



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL EN ALIMENTOS DE
PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN LOCAL EN LA CIUDAD DE CUENCA”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Bioquímico Farmacéutico**

Autores:

César Augusto Hurtado Guzhñay
C.I. 0106063167

Gabriela Estefanía Orellana Guzhñay
C.I. 0106049844

Directora:

Dra. Silvia Johana Ortiz Ulloa, PhD.
C.I. 0301082897

Asesora:

Bioq. Farm. Gabriela Cristina Astudillo Rubio.
C.I. 0104149828

**CUENCA-ECUADOR
2016**



RESUMEN

El propósito del trabajo fue determinar el contenido de fósforo total en alimentos locales frescos y preparados, de origen vegetal y animal de la ciudad de Cuenca, que forman parte de la base de datos de composición de alimentos generada por el Proyecto VLIR-IUC Alimentación, Nutrición y Salud.

La determinación se realizó mediante el método colorimétrico descrito en la AOAC N°995.11, a partir de los residuos de materia inorgánica de 132 alimentos. Los resultados obtenidos demuestran que la mayoría de los alimentos analizados (55%) tuvieron un contenido de fósforo total entre 10 a 50 mg/100 g que corresponde a los grupos de hortalizas y frutas; el 4% presentó valores entre 201 a 350 mg/100 g que correspondió al grupo de leche y derivados lácteos y el 2% presentó un contenido superior a éste correspondiendo a los alimentos queso fresco chonta y morocho dulce. Mientras que para alimentos como jugos y azúcar se observó el menor contenido de fósforo total (< 2.3 mg/100 g). Además, los resultados se compararon con los datos de composición de fósforo total de alimentos similares disponibles en tablas de composición de alimentos de países vecinos (Perú, Colombia, Chile, Uruguay, Argentina, Centro América y Panamá).

En base a un test de Student pareado, se encontró que la media del contenido de fósforo total de los alimentos disponibles en éstas tablas (91.5 ± 87.9 mg/100g) fue estadísticamente mayor ($p < 0.001$) que la media del contenido de los alimentos analizados en el presente trabajo (57.7 ± 54.8 mg/100 g).

Palabras claves: Determinación de fósforo total, alimentos, AOAC método colorimétrico.



ABSTRACT

The purpose of the study was to determine the content of total phosphorus in fresh and prepared local foods, vegetable and animal origin, in Cuenca city, those foods are part of the food composition database generated by the VLIR-IUC Project Food, Nutrition and health.

The determination was performed using the colorimetric method described in the AOAC No. 995.11, the analysis was carried out from residues of inorganic matter of 132 food. The results showed that most of the foods analyzed (55%) had a total phosphorus content between 10 to 50 mg/100 g corresponding to groups of vegetables and fruits; 4% had values between 201-350 mg/100 g corresponding to the group of milk and dairy products, and 2% had a higher content corresponding to this fresh cheese food chonta and morocho sweet. Whereas, food such as juices and sugar showed the lowest content of total phosphorus (<2.3 mg/100 g). In addition, the results were compared with the data of similar foods available in food composition tables from neighboring countries (Peru, Colombia, Chile, Uruguay, Argentina and Central America and Panama).

Based on a paired Student test, it was found that average total phosphorus content of foods available in these tables (91.5 ± 87.9 mg/100g) was statistically higher ($p < 0.001$) than the average content food analyzed in this study (57.7 ± 54.8 mg/100 g).

Keywords: Determination of total phosphorus, food, AOAC colorimetric method.



ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE DE CONTENIDO	4
AGRADECIMIENTOS	10
DEDICATORIA	11
DEDICATORIA	12
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE FIGURAS	14
ÍNDICE DE ANEXOS	15
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO TEÓRICO	17
1.1 Fósforo	17
1.1.1 Generalidades	17
1.1.2 Requerimientos de fósforo en el organismo	17
1.1.3 Alteraciones en la ingesta de fósforo	19
1.1.4 Tipos de fósforo en los alimentos	20
1.1.5 Fuentes alimentarias	23
1.1.6 Importancia en las tablas de composición de alimentos	23
2. MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1 TIPO DE ESTUDIO	25
2.2 ÁREA DE ESTUDIO Y MUESTREO	25
2.3 MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS	25
2.3.1 Materiales de laboratorio	25
2.3.2 Reactivos	26
2.3.3 Equipos	26
2.4 PROCEDIMIENTO ANALÍTICO	27
2.4.1 Fundamento	27
2.4.2 Preparación de soluciones de trabajo	28
2.4.3 Curva de calibración del fósforo	28



2.4.4	Marcha analítica para la determinación de fósforo en alimentos ..	30
2.4.5	Cálculos	33
2.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	34
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1	Curvas de calibración de fósforo.....	34
3.2	Contenido de fósforo en los alimentos	36
3.3	Comparación con otras bases de composición de alimentos	44
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
4.1	Conclusiones	47
4.2	Recomendaciones	47
	REFERENCIAS	49
	ANEXOS	52



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

CÉSAR AUGUSTO HURTADO GUZHÑAY, autor del trabajo de titulación "DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL EN ALIMENTOS DE PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN LOCAL EN LA CIUDAD DE CUENCA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímico Farmacéutico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 03 mayo de 2016.

CÉSAR AUGUSTO HURTADO GUZHÑAY

C.I: 0106063167



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

GABRIELA ESTEFANÍA ORELLANA GUZHÑAY, autora del trabajo de titulación "DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL EN ALIMENTOS DE PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN LOCAL EN LA CIUDAD DE CUENCA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímica Farmacéutica. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 03 mayo de 2016.

GABRIELA ESTEFANÍA ORELLANA GUZHÑAY

C.I: 0106049844



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

CÉSAR AUGUSTO HURTADO GUZHÑAY, autor de la tesis "DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL EN ALIMENTOS DE PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN LOCAL EN LA CIUDAD DE CUENCA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 03 mayo de 2016.

CÉSAR AUGUSTO HURTADO GUZHÑAY

C.I: 0106063167



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

GABRIELA ESTEFANÍA ORELLANA GUZHÑAY, autora de la tesis "DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL EN ALIMENTOS DE PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN LOCAL EN LA CIUDAD DE CUENCA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 03 mayo de 2016.

GABRIELA ESTEFANÍA ORELLANA GUZHÑAY

C.I: 0106049844



AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Johana Ortiz, directora del trabajo de titulación, por permitirnos formar parte de la investigación del Proyecto VLIR-IUC “Alimentación, Nutrición y Salud” y por sus conocimientos brindados que nos permitieron llegar a cumplir esta meta profesional.

A la Bioq. Farm. Gabriela Astudillo, asesora de nuestra investigación, por su apoyo e interés constante en el desarrollo del presente trabajo.

A la Dra. Paulina Escobar, por abrirnos las puertas para realizar la presente investigación.

A nuestros profesores quienes a lo largo de toda nuestra vida universitaria nos brindaron su amistad, paciencia y conocimientos.

César

Gabriela Estefanía



DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, Mariana por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos, Verónica, Jimena, Diego y Luis Miguel por compartir momentos significativos conmigo, por ser un ejemplo de superación personal, por estar siempre dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

César



DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, por ello, con toda la humildad de mi corazón puede emanar, dedico principalmente mi trabajo a Dios.

De igual forma, dedico de manera muy especial a mi madre Sonia Guzhñay, que ha sido el pilar fundamental en mi vida, que ha sabido guiarme y apoyarme día a día en este arduo camino, a través de su comprensión y cariño se ha convertido en mi mayor inspiración para luchar por mis sueños y metas.

A mis abuelitos Inés y Enrique que han sido una de mis mayores fortalezas para culminar una de mis metas que hoy la veo cumplida. A mis tíos, primos y más familiares, por estar pendientes cada día de mi superación, por compartir momentos de felicidad y tristeza en este arduo camino.

A mi hermano y mi sobrina, por estar junto a mí en todo momento y ser mi motivación para mi superación continúa.

A mis amigas con quienes compartí mi formación profesional y todos aquellos momentos inolvidables; y, a una persona especial que tocó mi corazón y llenó mi vida de cariño y alegría, siendo mi fortaleza en los momentos difíciles cuando creí que no me podría levantar gracias ya que tus consejos me sirvieron para vencer todos los obstáculos que se presentaron.

Gabriela Estefanía



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingesta Diaria Recomendada para el Fósforo.....	18
Tabla 2. Aditivos que contienen fósforo.	22
Tabla 3. Contenido promedio de fósforo en determinados alimentos.	23
Tabla 4. Datos de las curvas de calibración.....	35
Tabla 5. Contenido de fósforo total en alimentos de la ciudad de Cuenca, agrupados según las recomendaciones de INFOODS/FAO, expresado en mg/100g alimento.....	37
Tabla 6. Alimentos agrupados según su grado de preparación.....	41
Tabla 7. Número de alimentos de la base local de datos encontrados en tablas de composición de alimentos de países vecinos.....	45



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Forma orgánica del fósforo como fitato.	20
Figura 2. Fósforo inorgánico como sales de fosfato.	22
Figura 3. Esquema de espectrofotómetro	27
Figura 4. Preparación de la curva de calibración, parte A.	29
Figura 5. Preparación de la curva de calibración, parte B.	30
Figura 6. Flujograma de la marcha analítica, parte A.	32
Figura 7. Flujograma de la marcha analítica, parte B.	33
Figura 8. Curva de calibración utilizada para el cálculo de resultados de contenido de fósforo total en alimentos.	35
Figura 9. Grupos de alimentos agrupados por rangos de contenido de fósforo (expresado en mg/100g).	44



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Flujogramas de preparación de reactivos de trabajo.....	52
Anexo 2. Base de datos de la determinación de fósforo en alimentos.	55
Anexo 3. Comparación con otras bases de composición de alimentos.....	75
Anexo 4. Test de Student pareado para comparar el valor medio de distribución del fósforo total de los datos de la ciudad de Cuenca (Anexo 2) y valores de otras tablas de composición (Anexo 3).	79
Anexo 5. Fotografías del proceso.....	79
Anexo 6. Técnica AOAC N°995.11 método colorimétrico para la determinación de fósforo total.....	82



INTRODUCCIÓN

El fósforo es un mineral muy importante desde el punto de vista nutricional debido a que ayuda a mejorar la digestión, interviene en la formación de huesos y dientes, aumenta la energía de nuestro organismo, mejora la memoria y la concentración.

El fósforo se encuentra presente en casi todos los alimentos por lo que la importancia de su análisis ha sido relativamente relegada y constituye uno de los nutrientes menos conocidos por las personas. La cantidad de fósforo en los alimentos naturales (vegetales y animales) y procesados (aditivos) no está claramente definido en las tablas de composición de alimentos, resultando difícil para la población y personal médico estimar de forma precisa el contenido de fósforo ingerido.

Este estudio se enfocó en la determinación del contenido de fósforo total en los alimentos naturales y procesados de la ciudad de Cuenca incluidos en la base de datos de composición de alimentos locales de la ciudad de Cuenca del Proyecto VLIR-IUC "Alimentación, Nutrición y Salud" y su respectiva comparación con aquellos que estuvieron disponibles en tablas de composición de países vecinos con el fin de realizar una evaluación general de la influencia de la variabilidad geográfica en el contenido de fósforo.



1. MARCO TEÓRICO

1.1 Fósforo

1.1.1 Generalidades

El fósforo es un micronutriente importante en la nutrición humana que debe ser incorporado mediante la ingesta diaria ya que cumple con diferentes funciones específicas en el cuerpo humano. El fósforo es el segundo mineral más abundante en el organismo y se encuentra principalmente almacenado en el hueso e interactúa con el calcio en la mineralización y los cambios de morfología ósea. Una persona adulta contiene alrededor de 850 g de fósforo, de los cuales 85% se encuentra en los huesos y dientes en forma de fosfato de calcio, 14% se distribuye en músculos, hígado, intestino, piel y tejido nervioso principalmente en forma de ésteres orgánicos y el 1% se encuentra en el líquido extracelular, las estructuras intracelulares y las membranas celulares (Tomassi, 2002; Young, 1997).

Adicionalmente, el fósforo es fundamental para importantes procesos bioquímicos celulares, tales como la formación de compuestos con enlaces ricos en energía ATP (adenosin trifosfato) (Velásquez, 2006) y la fosforilación de los compuestos que participan en el metabolismo de los hidratos de carbono o de las grasas; además una serie de enzimas, hormonas y moléculas de señalización celular, dependen de la fosforilación para su activación. El fósforo también forma parte de la estructura de los ácidos nucleicos importantes para el almacenamiento y transmisión de la información genética (Hernandez, 2010; Pauling, 2012; Rodríguez & Gallego, 1999; Williams, 2002).

1.1.2 Requerimientos de fósforo en el organismo

La ingesta diaria recomendada (IDR) para el fósforo se fundamenta en mantener los niveles normales de fosfato plasmático en adultos, el cual cubre las necesidades celulares y la formación ósea (Remacle & Reusens, 2004).

Algunos suplementos multivitamínicos con minerales contienen más del 15% de la actual IDR para fósforo, por lo que una dieta variada debería aportar fácilmente el fósforo suficiente a la mayoría de las personas (Pauling, 2012).

Para el fósforo se establecen recomendaciones nutricionales de ingesta diaria (Tabla 1), para el niño menor de 1 año se estableció un valor de 100 mg/día durante los primeros 6 meses y 275 mg/día de 7 a 12 meses de edad, 460 y 500 mg/día se proponen para niños de 1 a 8 años de edad. Para niños y adolescentes entre 9 y 18 años de edad se recomiendan 1230 mg/día y 700 mg/día a partir de los 19 años. Se estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 4-5 g/día (Hernández Triana, 2004). Según la Organización Mundial de la Salud, el aporte dietético recomendado en hombres mayores o iguales a 25 años es de 800 mg/día y en mujeres mayores o iguales a 25 años es de 800 mg/día (García Gabarra, 2006).

Tabla 1. Ingesta Diaria Recomendada para el Fósforo
Fuente: (Pauling, 2012)

Etapas de la Vida	Edad	Ingesta de hombres (mg/día)	Ingesta de mujeres (mg/día)
Lactantes	0-6 meses	100	100
Lactantes	7-12 meses	275	275
Niños	1-3 años	460	460
Niños	4-8 años	500	500
Niños	9-13 años	1250	1250
Adolescentes	14-18 años	1250	1250
Adultos	19 años y más	700	700
Embarazo	18 años o menos	-	1250
Embarazo	19 años y más	-	700
Lactancia	18 años o	-	1250



	menos		
Lactancia	19 años y más	-	700

1.1.3 Alteraciones en la ingesta de fósforo

El fósforo es un mineral de amplia distribución en los alimentos y debido a que el control hormonal es muy eficaz, los estados de carencia son muy raros. Por otro lado, la hiperfosfatemia por causas dietéticas es poco probable debido a que el riñón elimina eficazmente el exceso de fosfato de la sangre (Ekhard & Ziegler, 1998).

La deficiencia de fósforo se presenta como pérdida del volumen de huesos, pero puede incluir otros síntomas como debilidad, anorexia y dolor. La hipofosfatemia crónica puede inducir raquitismo en niños y osteomalacia en adultos (Hernández & Laguna, 2013). Otro efecto de la deficiencia de fósforo es una significativa reducción de la secreción de insulina por el páncreas, esto parece deberse a un defecto en el metabolismo de la glucosa, particularmente debido al cambio de la actividad de fosfofructoquinasa. Se sabe que las deficiencias pueden aparecer en individuos con ciertas enfermedades y en quienes han consumido antiácidos durante largos periodos de tiempo puesto que los antiácidos reducen la absorción del fósforo (por ejemplo el hidróxido de aluminio fija el fósforo haciéndolo no disponible) (Ekhard & Ziegler, 1998).

La ingesta excesiva de fósforo ha sido relacionada con el desarrollo de arteriosclerosis; hipertiroidismo secundario y enfermedad ósea en el paciente con enfermedad renal crónica, mortalidad cardiovascular y patología ósea en la población general (Casanova et al., 2013). En diversas especies de animales se ha demostrado que una hiperfosfatemia (>5 mg/dl) da lugar a una relación calcio/ fósforo inferior a 0.5 que reduce la calcemia, provocando un hiperparatiroidismo secundario con reabsorción y pérdida de masa ósea. Sin embargo, los aportes de fósforo de la dietas habituales no resultan perjudiciales

en personas que tienen una ingesta adecuada de calcio y de vitamina D (Rodríguez & Gallego, 1999).

1.1.4 Tipos de fósforo en los alimentos

Básicamente, existen dos tipos de fósforo en los alimentos, la forma orgánica que se encuentra en los alimentos naturales y la forma inorgánica que es como se presenta en los alimentos procesados. En conjunto, ambos tipos conforman el fósforo total (Calvo, Moshfegh, & Tucker, 2014).

1.1.4.1. Fósforo orgánico

El fósforo orgánico está presente de manera natural en los alimentos ricos en proteínas tanto de origen animal como vegetal. El fósforo orgánico de origen vegetal se almacena como ácido fítico o fitato (Fig. 1) y abunda naturalmente en semillas, frutos secos y legumbres, a diferencia de las frutas y verduras que contienen únicamente una pequeña cantidad del mineral (Barril-Cuadrado, Puchulu, & Sánchez-Tomero, 2013; Kalantar-Zadeh et al., 2010).

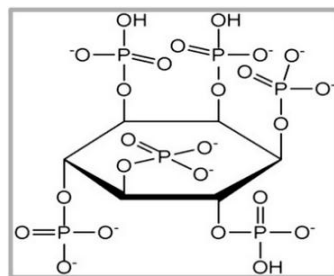


Figura 1. Forma orgánica del fósforo como fitato.
Fuente: (Calvo et al., 2014)

El fósforo orgánico presenta una menor biodisponibilidad, mientras que su forma inorgánica es altamente biodisponible. El fósforo orgánico no se disocia fácilmente y éste se absorbe a menor velocidad entre un 40-60 %. Además, la degradación de la forma orgánica de fósforo requiere de la presencia de una enzima denominada fitasa, lo cual no es necesario para la forma inorgánica (Calvo et al., 2014). Sólo alrededor del 50% del fósforo en los fitatos se



encuentra disponible para los seres humanos debido a la carencia de las enzimas que liberan al fósforo del fitato (fitasas). Las levaduras poseen fitasas, por lo que los granos enteros incorporados al pan con levadura tienen mayor biodisponibilidad de fósforo que los granos enteros incorporados en los cereales del desayuno o en los panes sin levadura (Pauling, 2012).

El fósforo orgánico de origen animal (caseína) se almacena en el compartimiento intracelular. La fuente principal de este tipo de fósforo lo constituyen las carnes, aves, pescados, huevos y lácteos (Barril-Cuadrado et al., 2013; Kalantar-Zadeh et al., 2010).

1.1.4.2. Fósforo inorgánico

El fosforo inorgánico es el principal componente de muchos conservantes y aditivos presente en los alimentos procesados (Kalantar-Zadeh et al., 2010). Esta forma de fósforo se encuentra en las sales inorgánicas (polifosfatos, ácido fosfórico) y no está unida a las proteínas (Fig. 2).

Este tipo de fósforo se disocia rápidamente a nivel intestinal y no requiere digestión enzimática por lo que fácilmente se absorben en el tracto intestinal de manera eficiente, entre 80% y 100% (Calvo et al., 2014).

El fósforo inorgánico ha sido denominado también como "fósforo oculto" (Puchulu et al., 2013) . Las sales de fosfato se utilizan en embutidos para disminuir la oxidación, estabilizar las proteínas y mejorar el color y sabor. La carga de fósforo de los alimentos en forma de aditivo es desproporcionadamente alta en comparación con el aporte de fósforo orgánico de los alimentos en su estado natural (Puchulu et al., 2013).

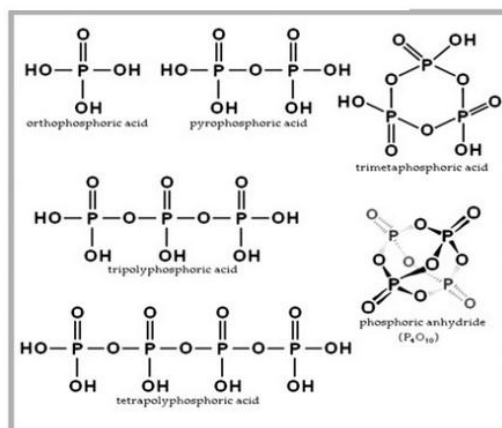


Figura 2. Fósforo inorgánico como sales de fosfato.
Fuente: (Calvo et al., 2014)

El creciente uso de aditivos en la industria alimentaria, sumado a la creciente popularidad de los alimentos industrializados y comida rápida, ha aumentado considerablemente la ingesta de fósforo en la población (Puchulu et al., 2013). La cantidad estimada que proporcionan los aditivos alimentarios es alrededor del 10% de fósforo inorgánico (Tabla 2) (Remacle & Reusens, 2004).

Tabla 2. Aditivos que contienen fósforo.
Fuente: (Casanova et al., 2013)

Fosfatos y derivados	Otros
<ul style="list-style-type: none"> Ácido fosfórico (E338) 	<ul style="list-style-type: none"> Emulgentes: lecitina (E322) Fosfátido de amonio (E442)
<ul style="list-style-type: none"> Fosfatos (E339, E340, E341, E343) 	<ul style="list-style-type: none"> Fosfato ácido de sodio y aluminio (E541)
<ul style="list-style-type: none"> Difosfatos (E450) 	<ul style="list-style-type: none"> Potenciadores del sabor E626 al E635: derivados del ácido guanílico y los iosinatos.
<ul style="list-style-type: none"> Trifosfatos (E451) 	
<ul style="list-style-type: none"> Polifosfatos (E452) 	



1.1.5 Fuentes alimentarias

Las cantidades relativas de fósforo orgánico e inorgánico varían según el tipo de alimento. En general, los alimentos que son buena fuente de proteína son también fuente de fósforo (Tabla 3), como la carne (200 mg/100 g), el pescado (200-300 mg/100 g), el queso (600- 700 mg/100 g), los huevos (200 mg/100 g), la leche (100 mg/100g), los cereales (50-200 mg/100g), las frutas y hortalizas (20-100 mg/100 g) (Tomassi, 2002).

En particular, el fósforo inorgánico se presenta comúnmente en las comidas congeladas, cereales para el desayuno, quesos procesados, comidas precocinadas, salchichas, galletas, entre otros (Barril-Cuadrado et al., 2013).

Tabla 3. Contenido promedio de fósforo en determinados alimentos.
Fuente: (Tomassi, 2002)

Alimento	Contenido en la parte comestible mg/ 100 g
Queso	600-700
Pescado	200-300
Carne	200
Huevos	200
Leche	100
Cereales	500-200
Frutas y verduras	20-100

1.1.6 Importancia en las tablas de composición de alimentos

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura de América Latina estableció en 1965 concentraciones de fósforo en alimentos ecuatorianos, y desde esta fecha no ha habido ningún tipo de actualización de datos (Vallejo, 1965), por lo que este trabajo de titulación constituye un significativo aporte en la generación de esta información.



La importancia del fósforo en la nutrición humana es indudable, por lo que debería ser evaluado en los diferentes alimentos y reportado dentro de las tablas de composición de alimentos que constituye un instrumento fundamental para profesionales en campos afines a la nutrición y a la alimentación, en los sectores de la salud, la agricultura, el crecimiento, el desarrollo y el comercio. Por otra parte, el análisis del fósforo contribuye con los fabricantes en el etiquetado de los alimentos, para la evaluación y la planificación de la ingesta humana de energía y nutrientes. En Latinoamérica, existen algunas tablas de composición de alimentos en las que se reporta el contenido de fósforo (mg/100 g) generadas a partir de análisis bromatológico con la suficiente documentación y trazabilidad que garantiza la calidad de los datos. Por ejemplo, existe la tabla de composición de alimentos de Centro América y Panamá que cuenta con 565 alimentos (Menchú, Humberto, & Marta, 2012); la tabla de composición de Perú con 674 alimentos (Reyes, Gómez, & Lizette, 2009) y la tabla de composición de Chile en la se han analizado 396 alimentos (Schmidt-Hebbel, Pennacchiotti, Masson, & Mella, 1992).



2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un tipo de estudio cuantitativo, analítico, no experimental de corte transversal.

2.2 ÁREA DE ESTUDIO Y MUESTREO

El estudio se llevó a cabo en muestras de alimentos que fueron recogidas previamente mediante un muestreo estratificado en los mercados y supermercados en la ciudad de Cuenca. El material que se utilizó para los análisis fue el residuo de calcinación (inorgánico) de muestras compuestas de diversos alimentos recolectados según los criterios estandarizados por el Laboratorio de Alimentos y Nutrición del Proyecto VLIR-IUC "Alimentación, Nutrición y Salud" (FNH, 2010).

En total, se analizaron 132 muestras de residuos inorgánicos de alimentos durante el periodo 13 de Noviembre - 01 de Diciembre de 2015.

2.3 MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

2.3.1 Materiales de laboratorio

- Pipetas serológicas 1ml \pm 0.006; 5ml \pm 0.01 y 10ml \pm 0.02
- Crisoles de porcelana de 10ml
- Varillas de vidrio
- Lunas de vidrio de 8 cm
- Embudos de vidrio
- Balones de aforo de 50 ml, 100 ml, 250 ml y 500 ml
- Pipetas Pasteur de vidrio
- Frascos lavadores (picetas)
- Frascos de vidrio con tapa azul



- Papel filtro
- Cubetas
- Papel aluminio

2.3.2 Reactivos

- Óxido de zinc (ZnO)
- Ácido clorhídrico concentrado (HCl concentrado)
- Hidróxido de potasio (KOH)
- Ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)
- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4 concentrado)
- Molibdato dihidratado de sodio ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- Fosfato diácido de potasio (KH_2PO_4)
- Agua destilada (H_2O)

2.3.3 Equipos

- Balanza analítica, capacidad máxima $200\text{g} \pm 0.1\text{mg}$, marca: Boeco, procedencia: Alemania.
- Balanza Scout pro portátil, capacidad máxima 400 g , marca: Ohaus, procedencia: Estados Unidos.
- Mufla, marca: Thermo Scientific, procedencia: Estados Unidos.
- Destilador de agua, capacidad de 2 a 4 litros/min aproximadamente, marca: FANEM, procedencia: Brasil.
- Estufa esterilizadora, marca: Memmert, procedencia: Alemania.
- Baño María, capacidad 10 litros, Temperatura máxima: 95°C , marca: Memmert, procedencia: Alemania.
- Desecador de cristal 300 mm con llave, tapa y base de porcelana.
- Cámara de extracción de humos y vapores tóxicos, marca: Novatech, procedencia: México.
- Espectrofotómetro Genesys 10 vis, marca: Thermo Scientific, procedencia: Estados Unidos.

2.4 PROCEDIMIENTO ANALÍTICO

2.4.1 Fundamento

Según la Asociación de Comunidades Analíticas (AOAC), el método oficial para la determinación de fósforo total en alimentos es el método colorimétrico (AOAC N°995.11). Este procedimiento se realiza a partir de material seco e incinerado para eliminar el material orgánico. El residuo al reaccionar con el molibdato de sodio (Na_2MoO_4) en presencia de ácido ascórbico como agente reductor forma un complejo fosfato-ácido soluble de color azul $[(\text{MoO}_2-4\text{MoO}_3)_2\cdot\text{H}_3\text{PO}_4]$. La intensidad del color azul es proporcional al contenido de fósforo total y se mide espectrofotométricamente a $823 \pm 1 \text{ nm}$ (AOAC, 1997).

La espectrofotometría de absorción consiste en la medida de la radiación que llega a un detector tras producirse un fenómeno de absorción de luz por parte de una sustancia absorbente. Los aparatos de medida de la absorción de la radiación electromagnética se denominan espectrofotómetros, cuyo esquema se presenta en la Figura 3. La luz procedente de la fuente se hace pasar a través del monocromador que la desdobra en haces monocromáticos (Mora, 2006).

El colimador tiene una rendija de ajuste variable, y según su abertura se obtiene luz de una determinada longitud de onda. La luz que sale del colimador atraviesa la solución de la muestra y luego incide sobre el fototubo, donde se detecta y la señal es enviada a un registrador que emite datos digitales (Mora, 2006).



Figura 3. Esquema de espectrofotómetro
Fuente: (Mora, 2006)



2.4.2 Preparación de soluciones de trabajo

Para la marcha analítica de determinación de fósforo en alimentos se requirió de las siguientes soluciones de trabajo:

- **Solución ácida de molibdato de sodio al 2.5% p/v:** Mezclar cuidadosamente 140 ml H_2SO_4 con 300 ml de H_2O destilada en un balón volumétrico de 500 ml. Enfriar a temperatura ambiente y añadir 12.5 g $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Diluir el volumen con H_2O destilada y mezclar bien (Anexo 1.1).
- **Solución de ácido ascórbico al 5% p/v:** Disolver 5 g de $(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$ en H_2O destilada en un balón de aforo de 100 ml. Diluir el volumen con H_2O destilada. Mezclar bien y trabajar con soluciones frescas (Anexo 1.2).
- **Solución de hidróxido de potasio al 50% p/v:** Disolver 50 g de KOH en 50 ml de H_2O destilada (Anexo 1.3).
- **Solución molibdato de sodio-ácido ascórbico:** Inmediatamente antes de usar, añadir 25 volúmenes de la solución Na_2MoO_4 a 10 volúmenes de la solución de $(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$ y diluir con H_2O destilada en un balón de aforo de 100 ml. Mezclar bien (Anexo 1.4).
- **Solución estándar de fósforo 1.0 mg/ml:** Secar KH_2PO_4 dos horas a 101°C . Disolver 1.0967 g de KH_2PO_4 seco en un balón de aforo de 250 ml con H_2O destilada y mezclar bien. De la solución anterior tomar 5 ml y transferir a un balón de 500 ml, aforar con H_2O destilada y homogeneizar para obtener la solución estándar de trabajo (0.01 mg de fósforo/ml) (Anexo 1.5) (AOAC, 1997).

2.4.3 Curva de calibración del fósforo

Los patrones de la curva de calibración se preparan a partir de la solución estándar de trabajo de fósforo 0.01 mg/ml en concentraciones de 0, 0.01, 0.02,

0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13 y 0.14 mg de fósforo/ml.

- Para la preparación se miden 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0, 13.0 y 14.0 ml de la solución de trabajo en un balón de aforo de 50 ml, y se añade 15 ml de H₂O destilada y 20 ml de la solución de molibdato de sodio-ácido ascórbico. Cerrar los balones de aforo con la precaución de colocar junto con el tapón un pedazo de papel filtro para evitar la expulsión del tapón pues la reacción es exotérmica.

Incubar los balones en un baño maría a ebullición 92°C por 15 minutos. Enfriar los balones bajo el agua del grifo a 20-30°C. Finalmente, aforar a 50 ml con H₂O destilada y homogenizar.

Transferir las soluciones preparadas a cubetas de 1 cm y se mide la absorbancia de cada solución frente al blanco de reactivo a 823±1nm.

Finalmente, se construye una curva de calibración absorbancia vs. concentración de fósforo (AOAC, 1997).

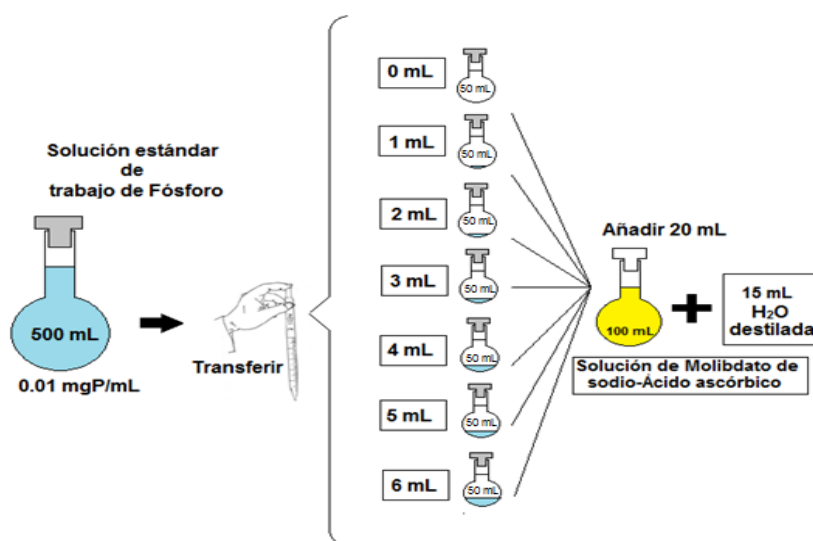


Figura 4. Preparación de la curva de calibración, parte A.
Fuente: Los autores

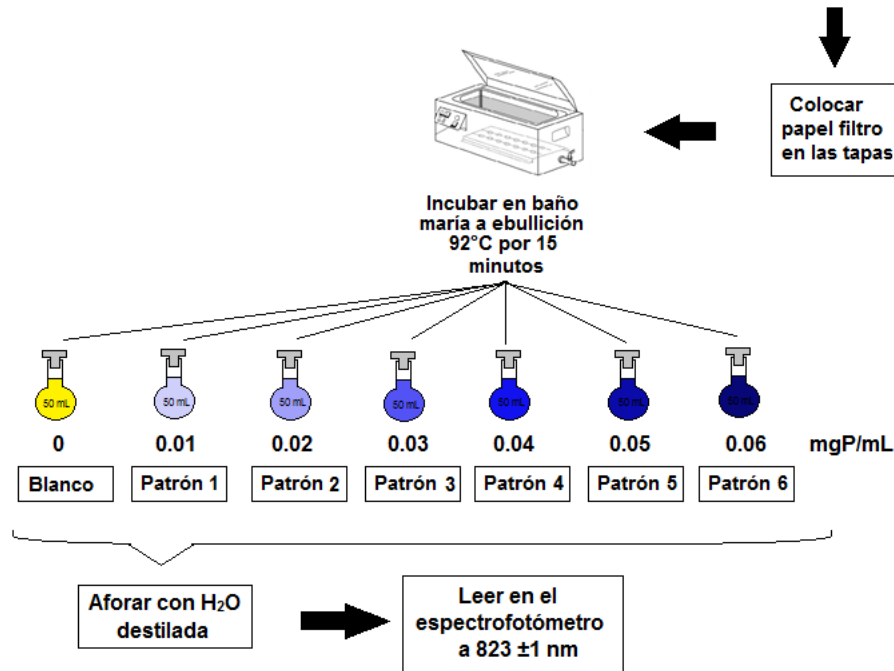


Figura 5. Preparación de la curva de calibración, parte B.

Fuente: Los autores

2.4.4 Marcha analítica para la determinación de fósforo en alimentos

El método AOAC N°995.11 para la determinación de fósforo total en alimentos consiste de los siguientes pasos:

- Pesar exactamente de 0.5g (± 1 mg) de muestra en un crisol.
- Añadir 0.5 g de ZnO en el crisol y mezclar con una varilla de vidrio.
- Secar 1-2 horas a 110 °C.
- Añadir 5ml de H₂O destilada y 5ml de HCl concentrado, cubrir el crisol con una luna de vidrio y hervir cuidadosamente 5 minutos.
- Filtrar el contenido del crisol en un balón de aforo de 100 ml, enjuagar el crisol y el interior de la luna de vidrio con H₂O destilada caliente 5 ml.
- Repetir el enjuague 4 veces con 5 ml de H₂O destilada caliente y transferir todos los enjuagues a través del filtro en el balón de aforo.



- Enfriar el balón de aforo a temperatura ambiente y neutralizar la solución mediante la adición de KOH al 50 % hasta que la solución se torne ligeramente opalescente por la formación del hidróxido de zinc $[Zn (OH)_2]$.
- Añadir HCl concentrado gota a gota hasta que desaparezca la opalescencia, añadir 2 gotas adicionales.
- Dejar que la solución se enfríe a temperatura ambiente y después aforar a 100 ml con H_2O destilada.
- Dependiendo del contenido esperado de fósforo, pipetear con precisión de 1 a 10 ml de solución tratada en un balón de aforo de 50 ml y colocar 15 ml de H_2O destilada.
- Añadir cuidadosamente 20 ml de la solución molibdato-ácido ascórbico a la muestra en el balón de aforo de 50 ml, y a las soluciones estándares.
- Cerrar los balones de aforo con la precaución de colocar junto con el tapón, un pedazo de papel filtro para evitar la expulsión del tapón porque la reacción es exotérmica.
- Llevar los balones de aforo a incubación en un baño maría a ebullición ($92^{\circ}C$) exactamente 15 minutos.
- Enfriar los balones de aforo bajo el agua del grifo a $20-30^{\circ}C$, y luego aforar con H_2O destilada.
- Transferir las soluciones preparadas a cubetas de 1 cm y medir la absorbancia de cada solución frente al blanco de reactivo a $823\text{ nm} \pm 1\text{ nm}$. La medición debe hacerse dentro de una hora después de la reacción de color.
- Interpolar en la curva de calibración de los estándares de fósforo. Si la absorbancia del analito excede la absorbancia del patrón estándar de 0.06 mg de fósforo se debe repetir la reacción de color utilizando menor volumen de la solución muestra (AOAC, 1997).

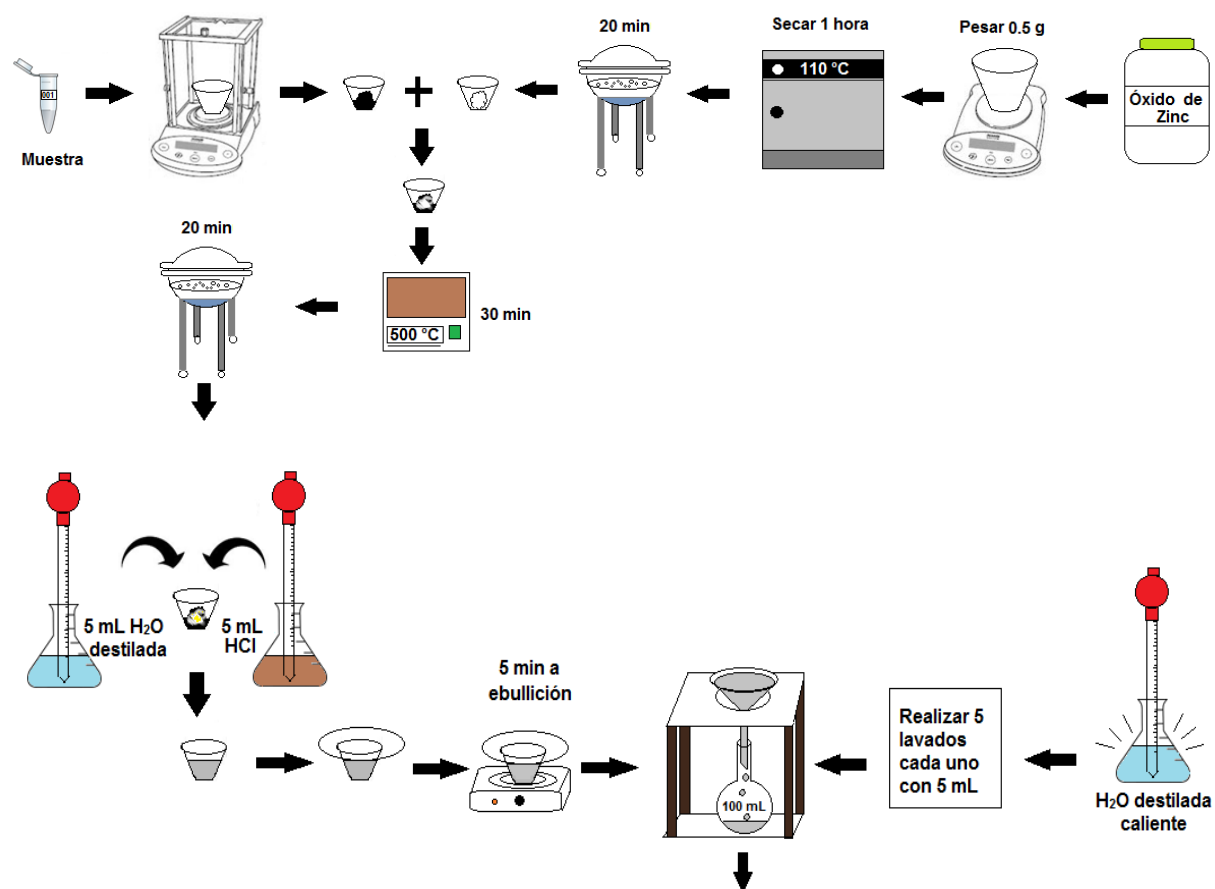


Figura 6. Flujograma de la marcha analítica, parte A.

Fuente: Los autores

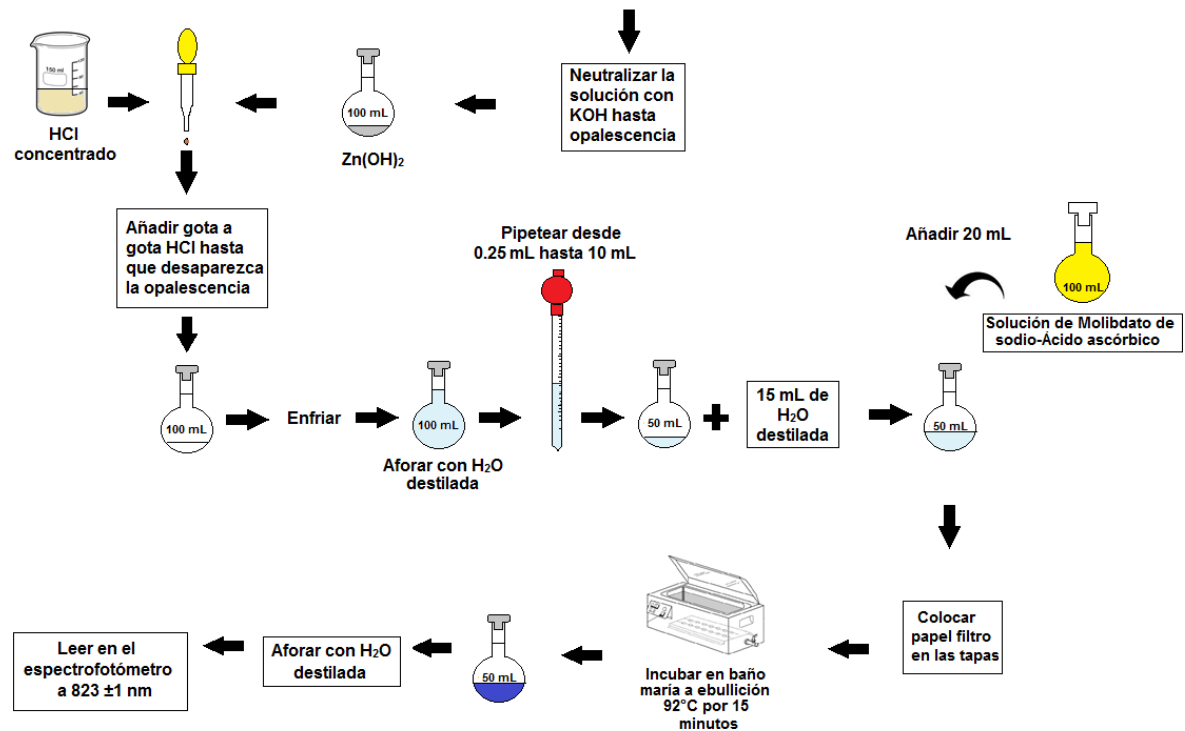


Figura 7. Flujograma de la marcha analítica, parte B.

Fuente: Los autores

2.4.5 Cálculos

Los resultados obtenidos se expresan g de fósforo por 100 gramos de alimento y se calcula aplicando la siguiente fórmula (AOAC, 1997)(Anexo 6):

$$g P/100g muestra = 100 \times \frac{V2}{V1} \times \frac{P}{W}$$

Dónde:

V1= volumen de la solución utilizada en la reacción de color (en ml)



V2= volumen del balón de aforo que contiene la muestra de ensayo (100 ml)

P= concentración de fósforo de la curva estándar correspondiente a la absorbancia del analito (en mg)

W= peso del muestra (en mg)

Finalmente los resultados fueron expresados en mg/100g con 2 cifras significativas (por ejemplo 0.56 mg/100 g). Considerando que los análisis se realizaron a partir de muestras de residuo inorgánico (ceniza) y no de muestra fresca, los resultados se corrigieron por el contenido porcentual de ceniza mediante la siguiente fórmula (FNH, 2010):

$$mg/100g \text{ muestra} = \frac{\% \text{ ceniza muestra} * \% \text{ Fósforo total en ceniza}}{100} \times 1000$$

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las lecturas se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en medias y desviaciones estándar. Además se compararon los datos con fuentes de países vecinos mediante un test de Student pareado de una cola utilizando un nivel de significancia del 5%. Todos los análisis se realizaron con la herramienta de análisis de Microsoft Excel y el programa estadístico Stata 10.0.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Curvas de calibración de fósforo

En total se realizaron cuatro curvas de calibración a diferentes niveles de concentración con el fin de evaluar la linealidad y repetibilidad de las mismas (Tabla 4). La diferencia entre las curvas fue mínima y se decidió trabajar para

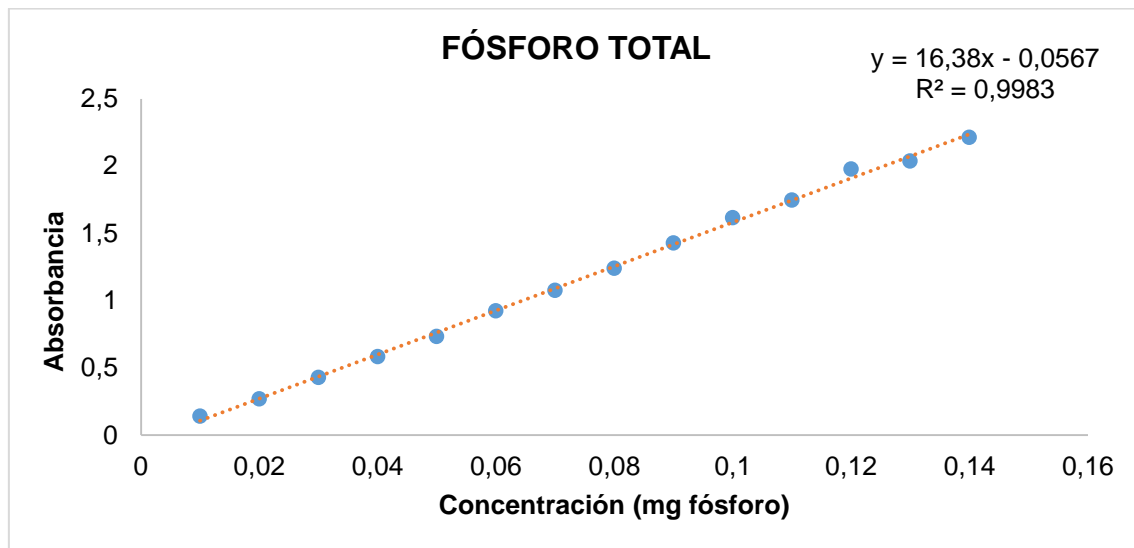


los cálculos posteriores de interpolación con la curva que presentó el mayor valor de la pendiente (m) la cual resulta más sensible frente a pequeños cambios de concentración de fósforo. Esta curva (4°) también fue la de mayor rango dinámico lineal y mayor número de niveles de concentración (Fig. 8).

Tabla 4. Datos de las curvas de calibración.

Curva de calibración	1°	2°	3°	4°
Fecha	20/10/2015	12/11/2015	20/11/2015	23/11/2015
N° de niveles de concentración	6	6	10	14
Rango de concentración (mg/ml)	0.01 – 0.06	0.01 – 0.06	0.01 – 0.10	0.01 – 0.14
Rango de absorbancia (A°)	0.132 – 0.194	0.127 – 0.918	0.132 – 1.593	0.141 – 2.212
Pendiente (m)	15.540	15.574	16.031	16.380
Ecuación de la recta	$y=15.540x-0.039$	$y=15.574x-0.046$	$y=16.031x-0.041$	$y=16.380x-0.057$
Coeficiente de determinación (R^2)	0.997	0.995	0.999	0.998

Figura 8. Curva de calibración utilizada para el cálculo de resultados de contenido de fósforo total en alimentos.



3.2 Contenido de fósforo en los alimentos

El contenido de fósforo total en alimentos se determinó siguiendo el método oficial AOAC N°995.11 a partir del residuo inorgánico del alimento (ceniza obtenida por calcinación). Las lecturas de absorbancia se hicieron por triplicado para la mayoría de las muestras y los cálculos se realizaron según lo indicado en la sección 2.4.5. (Anexo 2). Los alimentos analizados (n=132) con su contenido de fósforo total fueron agrupados de acuerdo a la clasificación recomendada por INFOODS/FAO (Greenfield & Southgate, 2003) (Tabla 5). Los alimentos también fueron clasificados según su grado de preparación en alimentos crudos, cocinados o preparados y procesados (Tabla 6).

Tabla 5. Contenido de fósforo total en alimentos de la ciudad de Cuenca, agrupados según las recomendaciones de INFOODS/FAO, expresado en mg/100g alimento.

Grupo de Alimentos	Contenido de P (mg/100g alimento)
Media ± DE	
1. Cereales y productos derivados	
1.1. Grano y harinas	
Centeno, harina	158.4 ± 0.2
Maíz, mote, pelado	62.1 ± 0.7
1.2. Productos de los cereales	
Brazo Gitano	91.7 ± 0.9
Cake, de Molde	147.7 ± 0.1
Galletas, de crema, sabores	48.6 ± 0.3
Galletas, coco	195.5 ± 0.2
Galletas, dulce	165.5 ± 0.3
Galletas, sal	149.9 ± 0.1
Pan, blanco	99.9 ± 0.4
Pan, de yemas, de sal	168.9 ± 0.9
Pan, de bizcocho	54.1 ± 0.1
Pan, de cachos, cachitos de pan	18.3 ± 0.2
Pan, de caracol, con dulce, caracol de dulce	77.4 ± 2.2
Pan, de chocolate	89.3 ± 0.2
Pan, de leche	161.9 ± 0.2
Pan, de maíz	71.9 ± 0.7
Pan, empanada, de dulce	90.3 ± 1.3
Pan, empanada, de sal	103.1 ± 0.0
Pan, enquesillado, rodillas de cristo	55.1 ± 0.8
Pan, enrollado	73.3 ± 0.4
Pan, integral, dulce	87.6 ± 0.9
Pan, mestizo de sal, con queso	121.3 ± 1.2
Pan, redondo, de centeno	102.5 ± 0.6
1.3. Alimentos preparados: Tradicionales	
Chibil, chihuil o chuchichasqui	118.5 ± 0.5
Emborrajados	171.6 ± 1.0
Empanadas, de viento	145.4 ± 0.1
Empanadas, rellenas, de carne	79.1 ± 20.6
Humita	125.5 ± 0.2
Llapingachos	44.4 ± 0.1
Maíz, choclo, tortilla	171.4 ± 0.3
Maíz, mote, pillo	66.2 ± 0.7
Maíz, mote, sucio	232.8 ± 0.4
Maíz, tortilla	255.5 ± 2.1
Morocho, dulce	469.8 ± 3.7
Quimbolito	99.1 ± 0.2
Tamal	45.0 ± 0.4

2. Hortalizas y productos hortícolas

2.1. Raíces, tubérculos, tallos, bulbos

Ajo, frito	105.5	±	0.2
Jicama	20.4	±	0.04
Meloco, cocinado	19.8	±	0.1
Oca, cocinada	20.3	±	0.1
Papa, catalina, cocinada	24.4 ^b		
Papa, catalina, frita	76.7	±	0.3
Papa, chaucha, asada	37.2 ^a		
Papa, chaucha, cocinada	14.2	±	0.02
Papa, super chola, cocinada	21.1	±	0.1
Papa, super chola, frita	42.8	±	0.7
Papa, super chola, puré	32.2 ^b		
Remolacha, cocinada	22.2	±	0.1
Zanahoria, norte, cocinada	15.0 ^a		
Zanahoria, sur, cocinada	19.2 ^a		

2.2. Hortalizas de Hoja

Achogcha, lisa, cocinada	16.6	±	0.1
Achogcha, patas, cocinada	10.6	±	0.1
Apio	33.5 ^a		
Brócoli, cocinado	39.8	±	0.0
Col, lisa, cocinada	14.4	±	0.0
Coliflor, cocinada	26.2	±	0.1
Espinaca, cocinada	15.0	±	0.1
Nabo, de chacra, cocinado	25.7	±	0.4

2.3. Legumbres y sus semillas

Chochos, cocinados	78.0	±	0.7
Lenteja, cocinada	58.6	±	0.1
Poroto, maduro, cocinado	80.4	±	0.1
Poroto, tierno, cocinado	123.7 ^b		
Vainita, cocinada	29.9	±	0.2

2.4. Verduras

Pimiento, verde, cocinado	8.8	±	0.03
Tomate, de riñón, cocinado	8.8	±	0.03
Zambo, cocinado	18.8	±	0.1
Zambo, crudo	18.2	±	0.1
Zuquini, cocinado	15.0	±	0.2

2.5. Productos derivados de hortalizas

Tomate riñón, salsa (ketchup)	29.2	±	0.3
-------------------------------	------	---	-----

3. Frutas y productos derivados

3.1. Frutas frescas

Babaco, crudo	3.48 ^a		
Cacao, cáscara, morada BRAC-51	7.4	±	0.0
Cacao, cáscara, morada BRAC-N	11.7	±	0.01
Chonta, mezcla, cocinada, sin sal	20.1 ^b		

Chonta, mezcla, cruda	22.6 ^b		
Chonta, roja, cocinada, sin sal	24.4 ^b		
Chonta, roja, cruda	34.6 ^b		
Ciruelo, verde , crudo, con sal	24.5	±	0.0
Grosella, cruda, con sal	13.1	±	0.1
Grosella, cruda, sin sal	9.6 ^a		
Guayaba, cruda	25.9	±	2.2
Maduro, cocinado	6.0	±	0.01
Maduro, frito	31.7	±	0.1
Maracuyá, cruda	33.7 ^b		
Mora, cocinada	19.2 ^a		
Mora, cruda	17.0 ^a		
Naranja, cruda, variedad 1 (común)	22.5 ^a		
Naranja, cruda, variedad 2	9.4 ^a		
Orito, crudo	15.3 ^a		
Reina Claudia Roja, cruda	13.3 ^a		
Satsuma, cruda	11.7 ^a		
Taxo, crudo	31.3	±	0.4
Tomate, de árbol, cocinado	4.3 ^b		
Tomate, de árbol, crudo	24.1	±	4.2
Zapote, crudo	15.5	±	0.03
3.2. Productos derivados de frutas			
Babaco, jugo	1.9	±	0.1
Guayaba, jugo	3.1	±	0.04
Guayaba, espumilla, con huevo	7.6	±	0.1
Maracuyá, jugo	3.1	±	0.1
Mora, jugo	2.9	±	0.01
Naranja, jugo, variedad 1 (común)	5.4	±	0.04
Naranja, jugo, variedad 2	2.3	±	0.01
Penco, agua o pulcre, crudo	10.8	±	0.02
Rosero	16.1	±	0.1
Tomate, de árbol, jugo	3.6	±	0.1
4. Pescado y productos derivados			
Pescado, corvina, frita	193.4	±	2.9
Pescado, de hoja, frita	158.9	±	3.3
5. Carne y productos cárnicos			
5.1. Carne de Aves			
Pollo, apanado	108.5	±	0.2
Pollo, asado	126.9	±	0.9
5.2. Carne de Cerdo			
Choncho, carne, ahumada	129.8	±	0.4
Choncho, costillas, asadas	85.3	±	0.2
Choncho, chuleta, asada	234.1	±	0.0
Choncho, chuleta, frita	325.9	±	3.1
Choncho, cuero, cocinado	26.4	±	0.3
Choncho, fritada	179.9	±	0.5



5.3. Carne de Vacuno			
Res, carne, asada	207.0	±	0.1
5.4. Carne de Animales de Caza			
Cuy, de crianza, asado	133.9	±	0.3
5.5. Despojos			
Pollo, menudencias, cocinadas	136.6	±	0.1
6. Leche y productos lácteos			
6.1. Cremas			
Nata	145.5	±	0.3
6.2. Quesos			
Quesillo, maduro	56.1	±	0.4
Quesillo, tierno	54.3	±	0.6
Queso, fresco, "Chonta"	432.9	±	2.1
Queso, fresco, "Nandito"	140.9	±	0.5
7. Azúcares y jarabes			
7.1. Azúcares			
Azúcar morena	2.2	±	0.0
7.2. Postres			
Helados, hielo	7.8	±	0.01
Helados, crema	27.6	±	0.1
8. Comida Rápida			
Chifles, dulces, fritas, empacadas (snacks)	30.2	±	0.1
Chifles, sal, fritas, empacadas (snacks)	35.7	±	0.3
Papas, fritas (de salchipapa)	53.0	±	0.2
Papas, fritas, empacadas (snacks)	68.3	±	0.5
Pizza	189.4	±	3.6
Salchipapas	75.0	±	0.6
Yucas, fritas, empacadas (snacks)	93.7	±	0.4

^a Una sola lectura de absorbancia

^b Lectura de absorbancia por duplicado

Tabla 6. Alimentos agrupados según su grado de preparación.

1. Alimentos crudos	
Apio	Maracuyá, cruda
Azúcar morena	Mora, cruda
Babaco, crudo	Naranja, cruda, variedad 1 (común)
Cacao, cáscara, morada BRAC-51	Naranja, cruda, variedad 2
Cacao, cáscara, morada BRAC-N	Nata
Centeno, harina	Orito, crudo
Chonta, mezcla, cruda	Reina claudia, roja
Chonta, roja, cruda	Satsuma, cruda
Ciruelo, verde , crudo, con sal	Taxo, crudo
Grosella, cruda, con sal	Tomate, de árbol, crudo
Grosella, cruda, sin sal	Zambo, crudo
Guayaba, cruda	Zapote, crudo
Jicama	
2. Alimentos cocinados y/o preparados	
Achogcha, lisa, cocinada	Morocho, dulce
Achogcha, patas, cocinada	Nabo, de chacra, cocinado
Ajo, frito	Naranja, jugo, variedad 1 (común)
Babaco, jugo	Naranja, jugo, variedad 2
Brócoli, cocinado	Oca, cocinada
Chanco, chuleta, asada	Papa, catalina, cocinada
Chanco, chuleta, frita	Papa, catalina, frita
Chanco, costillas, asadas	Papa, chaucha, asada
Chanco, cuero, cocinado	Papa, chaucha, cocinada
Chanco, fritada	Papa, super chola, cocinada
Chibil, chihuil o chuchichasqui	Papa, super chola, frita
Chochos, cocinados	Papa, super chola, púre
Chonta, mezcla, cocinada, sin sal	Papas, fritas (de salchipapa)
Chonta, roja, cocinada, sin sal	Penco, agua o pulcre, crudo
Col, lisa, cocinada	Pescado ,corvina, frita
Coliflor, cocinada	Pescado, de hoja, frita
Cuy, de crianza, asado	Pimiento, verde, cocinado
Emborrajados	Pizza
Empanadas, de viento	Pollo, apanado
Empanadas, rellenas , de carne	Pollo, asado
Espinaca, cocinada	Pollo, menudencias, cocidas

Guayaba, espumilla, con huevo	Poroto, maduro, cocinado
Guayaba, jugo	Poroto, tierno, cocinado
Humita	Quimbolito
Lenteja, cocinada	Remolacha, cocinada
Llapingachos	Res, carne , asada
Maduro, cocinado	Rosero
Maduro, frito	Salchipapas
Maíz, choclo, tortilla	Tamal
Maíz, mote, pelado	Tomate, de árbol, cocinado
Maíz, mote, pillo	Tomate, de árbol, jugo
Maíz, mote, sucio	Tomate, de riñon, cocinado
Maíz, tortilla	Vainita, cocinada
Maracuyá, jugo	Zambo, cocinado
Meloco, cocinado	Zanahoria, norte, cocinada
Mora, cocinada	Zanahoria, sur, cocinada
Mora, jugo	Zuquini, cocinado
3. Alimentos procesados	
Brazo Gitano	Pan, de maíz
Cake, de molde	Pan, de yemas, de sal
Chanco, carne , ahumada	Pan, empanada, de dulce
Chifles, dulces, fritas, empacadas (snacks)	Pan, empanada, de sal
Chifles, sal, fritas, empacadas (snacks)	Pan, enquesillado, rodillas de cristo
Galletas, de crema, sabores	Pan, enrollado
Galletas, coco	Pan, integral, dulce
Galletas, dulce	Pan, mestizo de sal, con queso
Galletas, sal	Pan, redondo, de centeno
Helados, crema	Papas, fritas, empacadas (snacks)
Helados, hielo	Quesillo, maduro
Pan, blanco	Quesillo, tierno
Pan, de bizcocho	Queso, fresco, "Chonta"
Pan, de cachos, cachitos de pan	Queso, fresco, "Nandito"
Pan, de caracol, con dulce, caracol de dulce	Tomate riñon, salsa (ketchup)
Pan, de chocolate	Yucas, fritas, empacadas (snacks)
Pan, de leche	

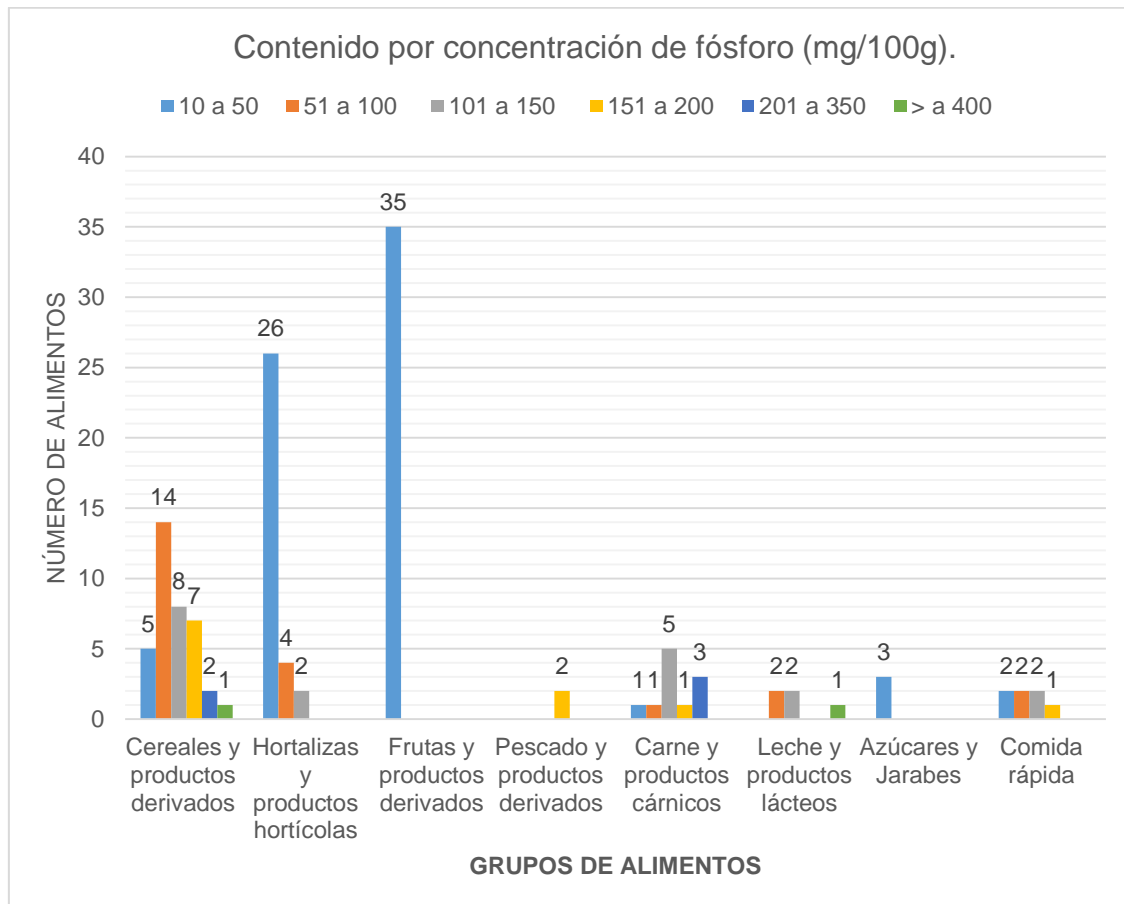
Los resultados obtenidos demuestran que el 55% de los alimentos analizados tienen una concentración de fósforo entre 10 a 50 mg/100 g correspondiendo a los grupos de hortalizas y frutas; el 17% con 51 a 100 mg/100 g alimento



correspondientes al grupo de cereales; mientras que el 14% con una concentración que oscila entre 101 a 150 mg/100 g que pertenece al grupo de carnes y comida rápida. En cuanto a contenidos más altos se observó un 8% entre 151 a 200 mg/100 g para el grupo de los productos derivados de los cereales y para el grupo de pescado; el 4% con valores entre 201 a 350 mg/100 g que corresponde al grupo de leche y derivados lácteos, y finalmente el 2% que contiene la concentración mayor a 400 mg/100 g que concierne a los alimentos morocho dulce y queso fresco “Chonta” (Fig. 9).

El grado de preparación de un alimento influye directamente en el contenido de fósforo, ya que diversos tratamientos pueden alterarlo. Por ejemplo, los alimentos crudos al ser sumergidos en agua e incluso al recibir un tratamiento térmico o hervido reducen en pequeña parte el contenido de fósforo, mientras que en los alimentos procesados aumenta la concentración de fósforo por la presencia de los aditivos (Barril-Cuadrado et al., 2013).

Figura 9. Grupos de alimentos agrupados por rangos de contenido de fósforo (expresado en mg/100g).



3.3 Comparación con otras bases de composición de alimentos

La composición mineral de los alimentos puede ser muy variable entre países debido a múltiples factores tales como geografía, cultivares, suelos, climas y prácticas agrícolas. Además, las recetas de platos mixtos son diferentes de un país a otro, y sus nombres también pueden ser muy variables (Greenfield & Southgate, 2003). Por esta razón, se consideró importante realizar una comparación entre los resultados obtenidos con los datos reportados en tablas de composición de países vecinos con el fin de evaluar la variabilidad geográfica en el contenido de fósforo total. Para esta comparación se utilizaron las bases de Argentina (Maldonado & Sammán, 2010), Uruguay (Tor & Herrera,



2002), Chile (Schmidt-Hebbel et al., 1992), Perú (Reyes et al., 2009), Colombia (Familiar, 1978), Centro América y Panamá (Menchú et al., 2012).

En total, se encontraron datos para 57 alimentos, y para 20 de éstos se encontraron datos del contenido de fósforo total en más de una tabla de composición de referencia. Por lo tanto la comparación se llevó a cabo para 96 items (37 alimentos en una tabla, 7 alimentos en 2 tablas, 8 alimentos en 3 tablas, 4 alimentos en 4 tablas, 1 alimento en 5 tablas) (Anexo 3).

A continuación se presenta el número de alimentos de la base local de datos que fueron encontrados en cada una de las tablas de composición de referencia (Tabla 7).

Tabla 7. Número de alimentos de la base local de datos encontrados en tablas de composición de alimentos de países vecinos.

País	Número de alimentos (%)
Centro América y Panamá	33 (25%)
Colombia	15 (11%)
Chile	14 (11%)
Perú	13 (10%)
Argentina	13 (10%)
Uruguay	8 (6%)

La comparación entre los alimentos disponibles en otras tablas (57 alimentos, 96 items) se realizó mediante un test de Student pareado, encontrándose que la media del contenido de fósforo total de los alimentos disponibles en las tablas de composición de alimentos de países vecinos (91.5 ± 87.9 mg/100g; intervalo de confiabilidad 95% (I.C.): 73.7-109.3) fue estadísticamente mayor ($p < 0.001$) que la media del contenido de los alimentos analizados en el presente trabajo (57.7 ± 54.8 mg/100 g; I.C.: 46.6-68.8) (Anexo 4).

En general, en valor medio de distribución de la concentración de fósforo total en los alimentos analizados de la ciudad de Cuenca fue menor en comparación



con el valor medio en países vecinos. Esto posiblemente podría atribuirse a algunos factores. Esta comparación es compleja no solo por la variedad de alimentos sino por el sesgo que puede producirse en los datos obtenidos debido a las diferencias entre los procedimientos que se emplean para recolectar y codificar la información, diferencias culturales entre países, denominación por grupos étnicos, técnicas culinarias, variaciones en las prácticas agrícolas e interpretación de pérdidas de porción comestible (Latham, 2002). Además, el valor del contenido de nutrientes es distinto en el alimento crudo, dependiendo en la forma de que han sido preparados o cocinados, de los cambios sufridos durante su almacenamiento y la diferencia entre las marcas (Pérez Grana, 2013).

Adicionalmente, se ha mencionado que para los productos vegetales y derivados, el contenido nutricional depende del clima y el suelo de cultivo, del grado de maduración y la variedad cultivada, parámetros que son difíciles de medir y cuantificar (Raigón Jiménez, 2007). De igual modo se verían afectados otros alimentos de origen animal que dependen del tipo de almacenamiento, la forma de cría, edad del animal antes de su sacrificio o captura, entre otros (Raigón Jiménez, 2007).

Por otro lado, los distintos métodos para el análisis podrían representar un parámetro adicional de variabilidad, pues existirán sesgos en cuanto a sensibilidad. Sin embargo, tanto en este estudio como en las tablas de composición de alimentos de referencia, el método de determinación de fósforo fue el colorimétrico indicado en la AOAC.

En general, lo ideal es que cada país tenga un programa establecido para la gestión de sus propios datos de composición de alimentos y que los considere un recurso nacional tan importante como cualquier otra colección nacional de datos (Greenfield & Southgate, 2003).



4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Este estudio contribuye con información analítica actual sobre el contenido de fósforo total en alimentos cultivados, preparados y procesados de la ciudad de Cuenca, cuya importancia radica en el hecho que desde el año 1965 no se ha llevado a cabo la actualización de la tabla de composición de alimentos de Ecuador. La información generada puede ser de utilidad para el etiquetado de productos o para profesionales de la salud que deseen hacer una estimación de fósforo.

Los valores de composición de fósforo en los alimentos puede ser muy variable y solo en un pequeño porcentaje se encontraron valores muy altos de este micronutriente. Del total de alimentos analizados solo el 2% representa la concentración más alta de fósforo que corresponde a los alimentos queso fresco "Chonta" y morocho dulce con 432.9 y 469.8 mg de fósforo/100 g alimento respectivamente. Mientras que los alimentos con menor contenido de fósforo fueron los jugos de babaco y naranjilla variedad 2, del mismo modo para el caso de la azúcar morena, los cuales no sobrepasan una concentración de 2.3 mg de fósforo/100 g alimento.

4.2 Recomendaciones

En virtud al trabajo realizado se recomienda utilizar un lenguaje universal para nombrar a cada alimento ya que la comparación entre diferentes tablas resulta muy complicado debido a que en cada país las comidas son preparadas de diferente manera y las describen de un modo distinto.

El método empleado en el presente trabajo es sensible, repetible, robusto que se puede utilizar para la determinación de fósforo en cualquier tipo de alimento, por lo que se recomienda su uso para futuras investigaciones.



Es muy útil la elaboración de consensos para que de esta manera exista una mayor transparencia metodológica (técnicas empleadas, números de muestreos por alimento, origen de las muestras, etc.), con el fin de generar datos más objetivos y transferibles para la comunidad científica y población general.



REFERENCIAS

- AOAC. (1997). Métodos Oficiales de Análisis N°995.11 Determinación de Fósforo Total en alimentos por el método colorimétrico del Molibdato.
- Barril-Cuadrado, G., Puchulu, M. B., & Sánchez-Tomero, J. A. (2013). Tablas de ratio fósforo/proteína de alimentos para población española. Utilidad en la enfermedad renal crónica. *Nefrología (Madrid)*, 33(3), 362-371.
- Calvo, M. S., Moshfegh, A. J., & Tucker, K. L. (2014). Assessing the health impact of phosphorus in the food supply: issues and considerations. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 5(1), 104-113.
- Casanova, L. A., Munoz, A. C., Arnal, L. M. L., Tormo, A. V., Orna, J. A. G., López, R. M., . . . Etaaboudi, S. (2013). Fuentes ocultas de fósforo: presencia de aditivos con contenido en fósforo en los alimentos procesados. *Diálisis y Trasplante*, 34(4), 154-159.
- Ekhard, & Ziegler. (1998). *Conocimientos actuales sobre nutrición*. Washington: Pan American Health Org.
- Familiar, I. C. d. B. (1978). *Tabla de composición de alimentos colombianos*: ICBF.
- FNH, F., Nutrition and Health". (2010). Protocolo de muestreo de alimentos *Adaptación del libro "Datos de composición de alimentos, obtención, gestión y utilización"*. Universidad de Cuenca, Laboratorio de Alimentación y Nutrición.
- García Gabarra, A. (2006). Ingesta de nutrientes: Conceptos y Recomendaciones Internacionales (2ª parte). *Nutrición Hospitalaria*, 21(4), 437-447.
- Greenfield, H., & Southgate, D. A. (2003). *Food composition data: production, management, and use*: Food & Agriculture Org.
- Hernandez, A. G. D. (2010). *Tratado de nutrición: Nutrición humana en el estado de salud*. Madrid: Ed. Médica Panamericana.



- Hernández, G. G., & Laguna, F. B. (2013). Características dentales del raquitismo hipofosfatémico. Reporte de un caso. *Revista odontológica mexicana*, 17(2), 103-110.
- Hernández Triana, M. (2004). Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 23(4), 266-292.
- Kalantar-Zadeh, K., Gutekunst, L., Mehrotra, R., Kovesdy, C. P., Bross, R., Shinaberger, C. S., . . . Nissenson, A. R. (2010). Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 5(3), 519-530.
- Latham, M. (2002). Tablas de composición de alimentos, requerimientos nutricionales y hojas de balance de alimentos. *Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Parte IV: Alimentos [Internet]. Roma: FAO.*
- Maldonado, S., & Sammán, N. (2010). Composición química y contenido de minerales de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino. *Arch. latinoam. nutr*, 50(2), 195-199.
- Menchú, M. T., Humberto, M., & Marta, B. (2012). Tabla de composición de alimentos de Centro America y Panamá. *Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).*
- Mora, S. Q. (2006). *Manual de experimentos de laboratorio para bioquímica: EUNED.*
- Pauling, L. (2012). Centro de Información de Micronutrientes. Retrieved from <http://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales/fosforo>
- Puchulu, M., Gimenez, M., Viollaz , R., Gandugli, M., Amore Pérez, M., & Texido, L. (2013). *Fuentes de fósforo, aditivos alimentarios y Enfermedad Renal Crónica.*
- Pérez Grana, R. (2013). Exactitud de las tablas de composición de alimentos en la determinación de nutrientes. *Sanidad Militar*, 69(2), 102-111.
- Raigón Jiménez, D. (2007). Alimentos ecológicos, calidad y salud. *Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.*

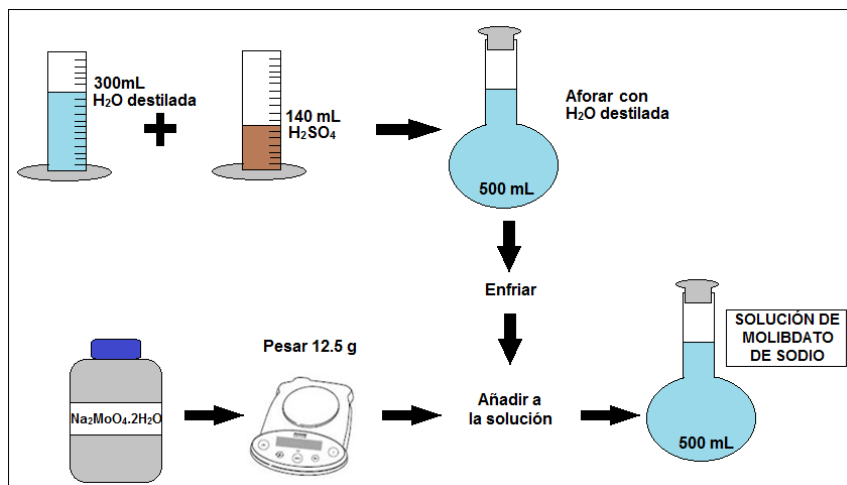


- Remacle, C., & Reusens, B. (2004). *Functional foods, ageing and degenerative disease*: Elsevier.
- Reyes, M., Gómez, I., & Lizette, G. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*: Sandoz.
- Rodríguez, M. H., & Gallego, A. S. (1999). *Tratado de nutrición*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Schmidt-Hebbel, H., Pennacchiotti, I., Masson, L., & Mella, M. A. (Producer). (1992). Tabla de composición química de Alimentos Chilenos. Retrieved from http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth03/index.html
- Tomassi, G. (2002). Fósforo: un nutriente esencial en la dieta humana. *Informaciones Agronómicas (Ecuador)*.(Jun 2002).((47), 8-9.
- Tor, E., & Herrera, M. (2002). *Tabla de composición de alimentos de Uruguay*.
- Vallejo, L. C. (1965). Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos. *Instituto Nacional de Nutrición, Quito*.
- Velásquez, G. (2006). *Fundamentos de alimentación saludable*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Williams, M. H. (2002). *Nutrición para la Salud, la condición física y el deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Young, V. R. (1997). Dietary Reference Intakes: For Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride: Nat. Acad. Press.

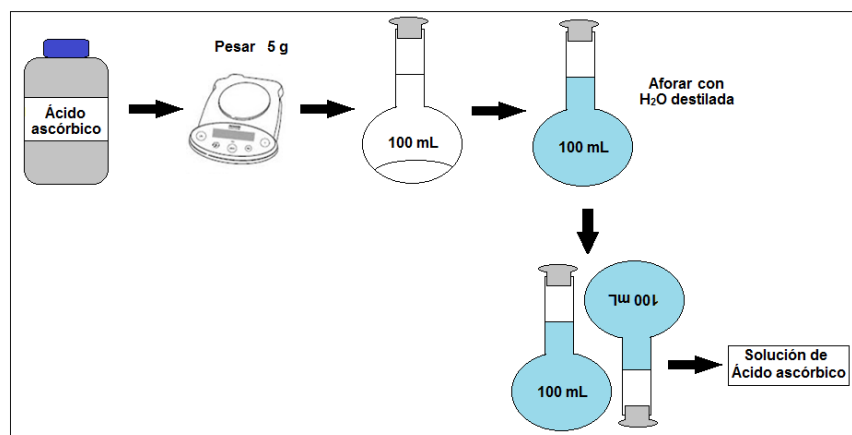
ANEXOS

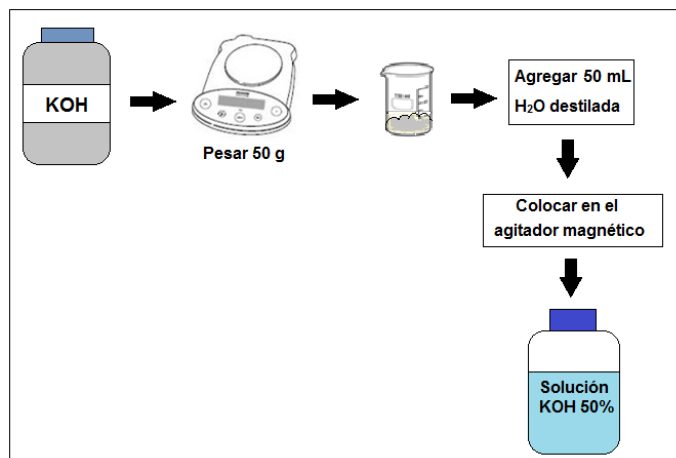
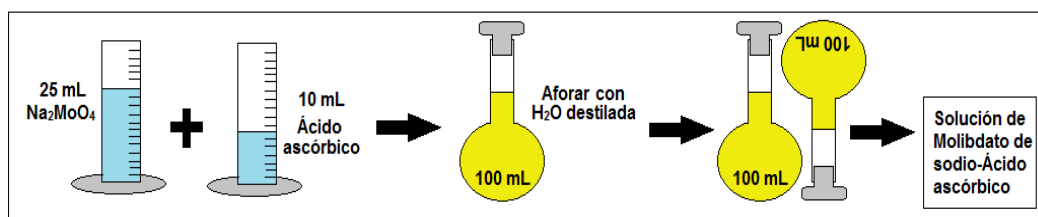
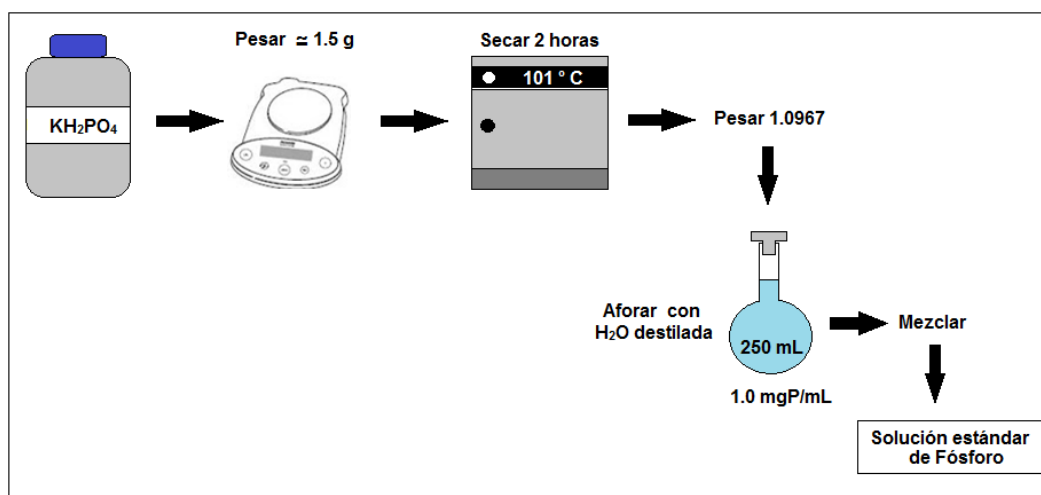
Anexo 1. Flujogramas de preparación de reactivos de trabajo.

A.1.1. Preparación de la solución ácida de molibdato de sodio 2.5% p/v

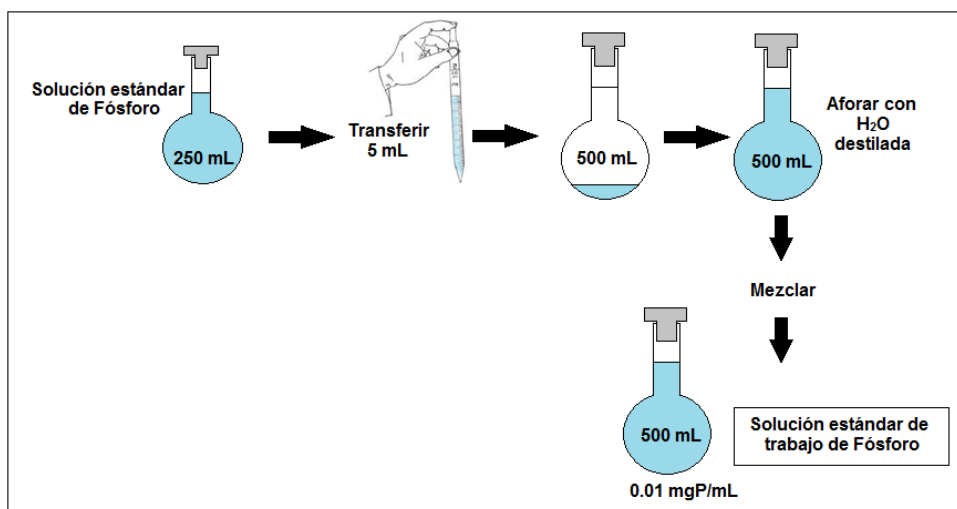


A.1.2. Preparación de la solución de ácido ascórbico 5% p/v



A.1.3. Preparación de la solución de hidróxido de potasio al 50% p/v**A.1.4. Preparación de la solución molibdato de sodio – ácido ascórbico****A.1.5. Preparación de la solución estándar de fósforo**

A.1.6. Preparación de la solución estándar de trabajo de fósforo





Anexo 2. Base de datos de la determinación de fósforo en alimentos.

Fecha	Código del grupo	Código de muestra	Grupo de Alimento	% Ceniza del alimento	Peso total ceniza (mg)	Volumen de la alicuota (mL)	Nº Lectura	Absorbancia	Concentración promedio (mg P)	Contenido de P (g/100g ceniza)	Contenido de P (g/100g alimento)	Contenido de P (mg/100g alimento)	Promedio (mg/100g alimento)	Desviación estándar
1. Cereales y productos derivados														
1.1. Grano y harinas														
24/11/2015	1	HC3	Centeno, harina	1.43	104.10	1.00	1.00	1.83	0.12	11.07	0.16	158.23	158.39	0.15
				1.43	104.10	1.00	2.00	1.83	0.12	11.08	0.16	158.48		
				1.43	104.10	1.00	3.00	1.83	0.12	11.08	0.16	158.48		
23/11/2015	1	MP3	Maiz, mote, pelado	0.42	21.90	1.00	1.00	0.48	0.03	14.91	0.06	62.61	62.06	0.67
				0.42	21.90	1.00	2.00	0.48	0.03	14.82	0.06	62.25		
				0.42	21.90	1.00	3.00	0.47	0.03	14.60	0.06	61.32		
1.2. Productos de los cereales														
30/11/2015	1	BG3	Brazo Gitano	0.80	58.30	1.00	1.00	1.04	0.07	11.52	0.09	92.13	91.65	0.90
				0.80	58.30	1.00	2.00	1.04	0.07	11.53	0.09	92.21		
				0.80	58.30	1.00	3.00	1.03	0.07	11.33	0.09	90.62		
30/11/2015	1	CM1	Cake, de Molde	1.40	112.00	1.00	1.00	1.88	0.12	10.55	0.15	147.64	147.72	0.08
				1.40	112.00	1.00	2.00	1.88	0.12	10.55	0.15	147.72		
				1.40	112.00	1.00	3.00	1.88	0.12	10.56	0.15	147.80		
30/11/2015	1	GCS1	Galleta, de crema, sabores	0.90	70.00	1.00	1.00	0.56	0.04	5.41	0.05	48.72	48.62	0.25
				0.90	70.00	1.00	2.00	0.56	0.04	5.37	0.05	48.33		
				0.90	70.00	1.00	3.00	0.57	0.04	5.42	0.05	48.80		
26/11/2015	1	GC3	Galletas, coco	2.60	75.80	1.00	1.00	0.88	0.06	7.53	0.20	195.74	195.53	0.21



				2.60	75.80	1.00	2.00	0.88	0.06	7.52	0.20	195.53		
				2.60	75.80	1.00	3.00	0.88	0.06	7.51	0.20	195.32		
26/11/2015	1	GD2	Galletas, dulce	2.70	79.70	1.00	1.00	0.74	0.05	6.12	0.17	165.19	165.53	0.32
				2.70	79.70	1.00	2.00	0.75	0.05	6.14	0.17	165.81		
				2.70	79.70	1.00	3.00	0.74	0.05	6.13	0.17	165.60		
26/11/2015	1	GS1	Galletas, sal	2.50	170.90	1.00	1.00	1.62	0.10	6.00	0.15	149.92	149.89	0.05
				2.50	170.90	1.00	2.00	1.62	0.10	5.99	0.15	149.83		
				2.50	170.90	1.00	3.00	1.62	0.10	6.00	0.15	149.92		
26/11/2015	1	PBlc3	Pan, blanco	1.60	82.80	1.00	1.00	0.79	0.05	6.22	0.10	99.53	99.89	0.43
				1.60	82.80	1.00	2.00	0.79	0.05	6.24	0.10	99.77		
				1.60	82.80	1.00	3.00	0.79	0.05	6.27	0.10	100.36		
26/11/2015	1	PYS2	Pan, de yemas, de sal	1.40	39.60	1.00	1.00	0.72	0.05	12.04	0.17	168.50	168.94	0.94
				1.40	39.60	1.00	2.00	0.73	0.05	12.14	0.17	170.02		
				1.40	39.60	1.00	3.00	0.72	0.05	12.02	0.17	168.29		
26/11/2015	1	Bz3	Pan, de bizcocho	1.70	105.80	1.00	1.00	0.49	0.03	3.18	0.05	54.02	54.06	0.06
				1.70	105.80	1.00	2.00	0.50	0.03	3.18	0.05	54.12		
				1.70	105.80	1.00	3.00	0.49	0.03	3.18	0.05	54.02		
26/11/2015	1	PC2	Pan, de cachos, cachitos de pan	1.30	105.20	1.00	1.00	0.19	0.02	1.40	0.02	18.24	18.29	0.16
				1.30	105.20	1.00	2.00	0.18	0.02	1.40	0.02	18.16		
				1.30	105.20	1.00	3.00	0.19	0.02	1.42	0.02	18.46		



26/11/2015	1	PCD2	Pan, de caracol, con dulce, caracol de dulce	0.50	31.90	1.00	1.00	0.73	0.05	15.00	0.08	74.99	77.35	2.18
				0.50	31.90	1.00	2.00	0.76	0.05	15.55	0.08	77.77		
				0.50	31.90	1.00	3.00	0.77	0.05	15.86	0.08	79.30		
30/11/2015	1	Pcho2	Pan, de chocolate	1.60	110.10	1.00	1.00	0.95	0.06	5.59	0.09	89.40	89.32	0.15
				1.60	110.10	1.00	2.00	0.95	0.06	5.59	0.09	89.40		
				1.60	110.10	1.00	3.00	0.95	0.06	5.57	0.09	89.14		
26/11/2015	1	PL1	Pan, de leche	1.50	83.00	1.00	1.00	1.41	0.09	10.80	0.16	162.05	161.94	0.19
				1.50	83.00	1.00	2.00	1.41	0.09	10.78	0.16	161.71		
				1.50	83.00	1.00	3.00	1.41	0.09	10.80	0.16	162.05		
30/11/2015	1	PMz1	Pan, de maíz	1.50	95.00	1.00	1.00	0.69	0.05	4.82	0.07	72.36	71.85	0.66
				1.50	95.00	1.00	2.00	0.69	0.05	4.81	0.07	72.08		
				1.50	95.00	1.00	3.00	0.68	0.05	4.74	0.07	71.11		
26/11/2015	1	ED1	Pan, empanada, de dulce	1.00	56.10	1.00	1.00	0.76	0.05	8.89	0.09	88.88	90.33	1.33
				1.00	56.10	1.00	2.00	0.78	0.05	9.15	0.09	91.49		
				1.00	56.10	1.00	3.00	0.78	0.05	9.06	0.09	90.62		
26/11/2015	1	ES1	Pan, empanada, de sal	1.70	89.70	1.00	1.00	0.83	0.05	6.06	0.10	103.06	103.06	0.00
				1.70	89.70	1.00	2.00	0.83	0.05	6.06	0.10	103.06		
				1.70	89.70	1.00	3.00	0.83	0.05	6.06	0.10	103.06		



26/11/2015	1	Pen1	Pan, enquesillado, rodillas de cristo	1.60	43.60	1.00	1.00	0.19	0.02	3.50	0.06	55.95	55.05	0.81
				1.60	43.60	1.00	2.00	0.19	0.02	3.43	0.06	54.83		
				1.60	43.60	1.00	3.00	0.19	0.02	3.40	0.05	54.38		
30/11/2015	1	PEn3	Pan, enrollado	1.50	98.90	1.00	1.00	0.74	0.05	4.91	0.07	73.68	73.31	0.37
				1.50	98.90	1.00	2.00	0.73	0.05	4.86	0.07	72.94		
				1.50	98.90	1.00	3.00	0.74	0.05	4.89	0.07	73.31		
26/11/2015	1	Pid3	Pan, integral, dulce	1.50	107.30	1.00	1.00	0.96	0.06	5.77	0.09	86.60	87.62	0.90
				1.50	107.30	1.00	2.00	0.98	0.06	5.89	0.09	88.31		
				1.50	107.30	1.00	3.00	0.97	0.06	5.86	0.09	87.97		
26/11/2015	1	PMQ3	Pan, mestizo de sal, con queso	2.00	113.50	1.00	1.00	1.06	0.07	6.00	0.12	120.03	121.28	1.19
				2.00	113.50	1.00	2.00	1.08	0.07	6.12	0.12	122.39		
				2.00	113.50	1.00	3.00	1.07	0.07	6.07	0.12	121.42		
26/11/2015	1	PCn3	Pan, redondo, de centeno	1.50	125.30	1.00	1.00	1.34	0.09	6.82	0.10	102.30	102.54	0.55
				1.50	125.30	1.00	2.00	1.36	0.09	6.88	0.10	103.17		
				1.50	125.30	1.00	3.00	1.34	0.09	6.81	0.10	102.15		
1.3. Alimentos preparados: Tradicionales														
30/11/2015	1	Ch2	Chibil, chihuil o chuchichasqui	1.64	82.50	1.00	1.00	0.92	0.06	7.20	0.12	118.19	118.52	0.46
				1.64	82.50	1.00	2.00	0.92	0.06	7.21	0.12	118.31		
				1.64	82.50	1.00	3.00	0.92	0.06	7.25	0.12	119.04		



30/11/2015	1	Em2	Emborrajados	3.61	56.70	1.00	1.00	0.38	0.03	4.72	0.17	170.53	171.56	0.98
				3.61	56.70	1.00	2.00	0.39	0.03	4.78	0.17	172.47		
				3.61	56.70	1.00	3.00	0.39	0.03	4.76	0.17	171.69		
30/11/2015	1	EV3	Empanadas, de viento	2.22	125.40	1.00	1.00	1.29	0.08	6.55	0.15	145.34	145.44	0.11
				2.22	125.40	1.00	2.00	1.29	0.08	6.55	0.15	145.44		
				2.22	125.40	1.00	3.00	1.29	0.08	6.56	0.15	145.55		
25/11/2015	1	ERC3	Empanadas, rellenas, de carne	1.70	113.20	1.00	1.00	1.01	0.07	5.75	0.10	97.71	68.78	87.43
				1.70	113.20	1.00	2.00	1.01	0.07	5.75	0.10	97.80		
				1.70	113.20	1.00	3.00	1.01	0.07	5.77	0.10	98.17		
30/11/2015	1	Hm1	Humitas	1.85	110.80	1.00	1.00	1.17	0.08	6.77	0.13	125.25	125.49	0.21
				1.85	110.80	1.00	2.00	1.18	0.08	6.79	0.13	125.55		
				1.85	110.80	1.00	3.00	1.18	0.08	6.79	0.13	125.66		
26/11/2015	1	Lpg2	Llapingachos	2.05	119.20	1.00	1.00	0.37	0.03	2.17	0.04	44.42	44.39	0.06
				2.05	119.20	1.00	2.00	0.37	0.03	2.17	0.04	44.42		
				2.05	119.20	1.00	3.00	0.37	0.03	2.17	0.04	44.32		
30/11/2015	1	Tch3	Maíz, choclo, tortilla	2.00	109.00	1.00	1.00	1.48	0.09	8.59	0.17	171.69	171.43	0.28
				2.00	109.00	1.00	2.00	1.47	0.09	8.57	0.17	171.47		
				2.00	109.00	1.00	3.00	1.47	0.09	8.56	0.17	171.13		
26/11/2015	1	MP1	Maíz, mote, pillo	1.05	65.90	1.00	1.00	0.62	0.04	6.23	0.07	65.44	66.15	0.68
				1.05	65.90	1.00	2.00	0.63	0.04	6.36	0.07	66.80		



				1.05	65.90	1.00	3.00	0.62	0.04	6.31	0.07	66.21		
30/11/2015	1	MS1	Maíz, mote, sucio	4.07	72.10	1.00	1.00	0.62	0.04	5.71	0.23	232.57	232.80	0.40
				4.07	72.10	1.00	2.00	0.62	0.04	5.73	0.23	233.26		
				4.07	72.10	1.00	3.00	0.62	0.04	5.71	0.23	232.57		
30/11/2015	1	TMz3	Maíz, tortilla	2.40	147.00	0.25	1.00	0.58	0.04	10.59	0.25	254.25	255.45	2.07
				2.40	147.00	0.25	2.00	0.58	0.04	10.59	0.25	254.25		
				2.40	147.00	0.25	3.00	0.59	0.04	10.74	0.26	257.84		
30/11/2015	1	M2	Morocho, dulce	4.08	17.10	1.00	1.00	0.26	0.02	11.41	0.47	465.91	469.80	3.67
				4.08	17.10	1.00	2.00	0.27	0.02	11.59	0.47	473.20		
				4.08	17.10	1.00	3.00	0.27	0.02	11.52	0.47	470.28		
30/11/2015	1	Qm3	Quimbolito	0.82	58.50	1.00	1.00	1.10	0.07	12.08	0.10	99.07	99.10	0.22
				0.82	58.50	1.00	2.00	1.10	0.07	12.06	0.10	98.90		
				0.82	58.50	1.00	3.00	1.10	0.07	12.11	0.10	99.33		
30/11/2015	1	T1	Tamal	1.37	73.20	1.00	1.00	0.34	0.02	3.31	0.05	45.33	45.02	0.35
				1.37	73.20	1.00	2.00	0.33	0.02	3.26	0.05	44.64		
				1.37	73.20	1.00	3.00	0.34	0.02	3.29	0.05	45.10		
2. Hortalizas y productos hortícolas														
2.1. Raíces, tubérculos, tallos, bulbos														
26/11/2015	2	AjF1	Ajo, frito	1.49	100.00	1.00	1.00	1.10	0.07	7.07	0.11	105.31	105.46	0.19
				1.49	100.00	1.00	2.00	1.10	0.07	7.07	0.11	105.40		
				1.49	100.00	1.00	3.00	1.11	0.07	7.09	0.11	105.67		
25/11/2015	2	J4	Jicama	0.51	25.50	5.00	1.00	0.78	0.05	4.00	0.02	20.41	20.38	0.04
				0.51	25.50	5.00	2.00	0.78	0.05	3.99	0.02	20.33		



				0.51	25.50	5.00	3.00	0.78	0.05	4.00	0.02	20.38		
01/12/2015	2	MeCo2	Melloco, cocinado	0.88	56.70	5.00	1.00	0.99	0.06	2.24	0.02	19.74	19.81	0.06
				0.88	56.70	5.00	2.00	0.99	0.06	2.25	0.02	19.84		
				0.88	56.70	5.00	3.00	0.99	0.06	2.26	0.02	19.85		
25/11/2015	2	Oco1	Oca, cocinada	1.18	88.40	5.00	1.00	1.19	0.08	1.73	0.02	20.38	20.32	0.06
				1.18	88.40	5.00	2.00	1.19	0.08	1.72	0.02	20.30		
				1.18	88.40	5.00	3.00	1.19	0.08	1.72	0.02	20.27		
19/11/2015	2	PCat3	Papa, catalina, cocinada	1.30	80.20	5.00	1.00	1.07	0.07	1.72	0.02	22.33	24.36	
				1.30	80.20	1.00	1.00	0.21	0.02	2.03	0.03	26.40		
20/11/2015	2	PCatF1	Papa, catalina, frita	2.87	203.80	1.00	1.00	0.84	0.06	2.68	0.08	76.92	76.61	0.31
				2.87	203.80	1.00	2.00	0.83	0.05	2.66	0.08	76.31		
				2.87	203.80	1.00	3.00	0.84	0.05	2.67	0.08	76.74		
17/11/2015	2	PChA1	Papa, chaucha, asada	1.84	121.20	1.00	1.00	0.35	0.03	2.03	0.04	37.24		
20/11/2015	2	PCh2	Papa, chaucha, cocinada	1.09	83.00	5.00	1.00	0.82	0.05	1.30	0.01	14.15	14.15	0.02
				1.09	83.00	5.00	2.00	0.83	0.05	1.30	0.01	14.17		
				1.09	83.00	5.00	3.00	0.82	0.05	1.29	0.01	14.13		
20/11/2015	2	PSC2	Papa, super chola, cocinada	1.36	92.40	5.00	1.00	1.12	0.07	1.56	0.02	21.12	21.11	0.08
				1.36	92.40	5.00	2.00	1.12	0.07	1.56	0.02	21.18		
				1.36	92.40	5.00	3.00	1.12	0.07	1.55	0.02	21.02		
20/11/2015	2	PSCF3	Papa, super chola, frita	3.25	155.00	5.00	1.00	1.63	0.10	1.33	0.04	43.17	42.82	0.65
				3.25	155.00	5.00	2.00	1.59	0.10	1.30	0.04	42.07		
				3.25	155.00	5.00	3.00	1.63	0.10	1.33	0.04	43.22		



13/11/2015	2	PPSC2	Papa, super chola, puré	1.22	73.80	5.00	1.00	1.45	0.09	2.50	0.03	30.59	32.15	
				1.22	73.80	1.00	1.00	0.28	0.02	2.75	0.03	33.71		
30/11/2015	2	RCo1	Remolacha, cocinada	0.94	63.20	1.00	1.00	0.19	0.02	2.36	0.02	22.22	22.19	0.05
				0.94	63.20	1.00	2.00	0.19	0.02	2.36	0.02	22.22		
				0.94	63.20	1.00	3.00	0.19	0.02	2.35	0.02	22.13		
20/11/2015	2	ZN3	Zanahoria, norte, cocinada	0.43	24.00	1.00	1.00	0.08	0.01	3.50	0.02	14.99		
20/11/2015	2	ZS1	Zanahoria, sur, cocinada	0.63	39.20	1.00	1.00	0.14	0.01	3.02	0.02	19.15		
2.2. Hortalizas de Hoja														
01/12/2015	2	AcHL1	Achogcha, lisa, cocinada	0.60	40.10	5.00	1.00	0.84	0.06	2.74	0.02	16.42	16.58	0.14
				0.60	40.10	5.00	2.00	0.86	0.06	2.78	0.02	16.66		
				0.60	40.10	5.00	3.00	0.86	0.06	2.78	0.02	16.67		
30/11/2015	2	AcHP2	Achogcha, patas, cocinada	0.49	22.40	5.00	1.00	0.34	0.02	2.17	0.01	10.65	10.56	0.08
				0.49	22.40	5.00	2.00	0.34	0.02	2.15	0.01	10.52		
				0.49	22.40	5.00	3.00	0.34	0.02	2.15	0.01	10.52		
18/11/2015	2	A4	Apio	1.40	95.70	2.50	1.00	0.88	0.06	2.39	0.03	33.46		
01/12/2015	2	BCo2	Brócoli, cocinado	0.46	27.00	5.00	1.00	1.86	0.12	8.65	0.04	39.79	39.82	0.02
				0.46	27.00	5.00	2.00	1.86	0.12	8.66	0.04	39.83		
				0.46	27.00	5.00	3.00	1.86	0.12	8.66	0.04	39.83		
01/12/2015	2	CCo2	Col, lisa, cocinada	0.26	12.20	5.00	1.00	0.50	0.03	5.53	0.01	14.38	14.39	0.04
				0.26	12.20	5.00	2.00	0.50	0.03	5.55	0.01	14.43		



				0.26	12.20	5.00	3.00	0.50	0.03	5.52	0.01	14.36		
01/12/2015	2	CFCo3	Coliflor, cocinada	0.40	21.10	5.00	1.00	1.08	0.07	6.55	0.03	26.20	26.23	0.05
				0.40	21.10	5.00	2.00	1.08	0.07	6.57	0.03	26.29		
				0.40	21.10	5.00	3.00	1.08	0.07	6.56	0.03	26.22		
01/12/2015	2	ECo3	Espinaca, cocinada	0.81	39.70	5.00	1.00	0.54	0.04	1.84	0.02	14.89	15.01	0.10
				0.81	39.70	5.00	2.00	0.55	0.04	1.86	0.02	15.04		
				0.81	39.70	5.00	3.00	0.55	0.04	1.86	0.02	15.09		
01/12/2015	2	NCh1	Nabo, de chacra, cocinado	0.47	24.90	5.00	1.00	1.04	0.07	5.38	0.03	25.28	25.70	0.37
				0.47	24.90	5.00	2.00	1.07	0.07	5.52	0.03	25.94		
				0.47	24.90	5.00	3.00	1.07	0.07	5.51	0.03	25.88		
2.3. Legumbres y sus semillas														
01/12/2015	2	ChCo2	Chochos, cocinados	0.75	47.30	1.00	1.00	0.75	0.05	10.39	0.08	77.79	77.99	0.70
				0.75	47.30	1.00	2.00	0.74	0.05	10.34	0.08	77.41		
				0.75	47.30	1.00	3.00	0.76	0.05	10.52	0.08	78.76		
23/11/2015	2	LCo1	Lenteja, cocinada	0.77	51.50	1.00	1.00	0.58	0.04	7.57	0.06	58.63	58.60	0.05
				0.77	51.50	1.00	2.00	0.58	0.04	7.57	0.06	58.63		
				0.77	51.50	1.00	3.00	0.58	0.04	7.56	0.06	58.53		
23/11/2015	2	PM1	Poroto, maduro, cocinado	1.08	64.80	1.00	1.00	0.73	0.05	7.40	0.08	80.28	80.42	0.12
				1.08	64.80	1.00	2.00	0.73	0.05	7.42	0.08	80.48		
				1.08	64.80	1.00	3.00	0.73	0.05	7.42	0.08	80.48		
20/11/2015	2	PTCo2	Poroto, tierno, cocinado	1.54	145.50	1.00	1.00	1.76	0.11	7.63	0.12	117.40	123.77	



				1.54	145.50	0.25	1.00	0.45	0.03	8.45	0.13	130.13		
30/11/2015	2	VCo1	Vainita, cocinada	0.54	31.80	1.00	1.00	0.23	0.02	5.52	0.03	29.83	29.90	0.22
				0.54	31.80	1.00	2.00	0.23	0.02	5.50	0.03	29.72		
				0.54	31.80	1.00	3.00	0.23	0.02	5.58	0.03	30.14		
2.4. Verduras														
01/12/2015	2	PVCo3	Pimiento, verde, cocinado	0.22	14.60	5.00	1.00	0.42	0.03	4.01	0.01	8.83	8.81	0.03
				0.22	14.60	5.00	2.00	0.42	0.03	3.99	0.01	8.77		
				0.22	14.60	5.00	3.00	0.42	0.03	4.01	0.01	8.83		
23/11/2015	2	TC2	Tomate, de riñón, cocinado	0.39	20.30	5.00	1.00	0.32	0.02	2.25	0.01	8.79	8.82	0.03
				0.39	20.30	5.00	2.00	0.32	0.02	2.27	0.01	8.84		
				0.39	20.30	5.00	3.00	0.32	0.02	2.27	0.01	8.84		
30/11/2015	2	SC3	Zambo, cocinado	0.22	5.00	5.00	1.00	0.29	0.02	8.54	0.02	18.79	18.82	0.11
				0.22	5.00	5.00	2.00	0.30	0.02	8.61	0.02	18.95		
				0.22	5.00	5.00	3.00	0.29	0.02	8.52	0.02	18.73		
30/11/2015	2	SCr2	Zambo, crudo	0.35	19.30	5.00	1.00	0.78	0.05	5.28	0.02	18.34	18.19	0.13
				0.35	19.30	5.00	2.00	0.77	0.05	5.22	0.02	18.12		
				0.35	19.30	5.00	3.00	0.77	0.05	5.21	0.02	18.10		
30/11/2015	2	SqCo2	Zuquini, cocinado	0.25	8.30	5.00	1.00	0.36	0.03	6.09	0.02	15.22	14.95	0.24
				0.25	8.30	5.00	2.00	0.35	0.03	5.91	0.02	14.77		
				0.25	8.30	5.00	3.00	0.35	0.03	5.94	0.02	14.85		
2.5. Productos derivados de hortalizas														



26/11/2015	2	ST2	Tomate riñón, salsa (ketchup)	4.48	244.90	1.00	1.00	0.20	0.02	0.65	0.03	29.01	29.23	0.30
				4.48	244.90	1.00	2.00	0.21	0.02	0.66	0.03	29.56		
				4.48	244.90	1.00	3.00	0.20	0.02	0.65	0.03	29.12		
3. Frutas y productos derivados														
3.1. Frutas frescas														
18/11/2015	3	BC3	Babaco ,crudo	0.37	23.10	5.00	1.00	0.12	0.01	0.94	0.00	3.48		
01/12/2015	3	CCM4	Cacao, cáscara, morada BRAC-51	1.55	261.20	5.00	1.00	0.97	0.06	0.48	0.01	7.41	7.41	0.00
				1.55	261.20	5.00	2.00	0.97	0.06	0.48	0.01	7.41		
				1.55	261.20	5.00	3.00	0.97	0.06	0.48	0.01	7.41		
01/12/2015	3	CCM3	Cacao, cáscara, morada BRAC-N	2.45	261.20	5.00	1.00	0.97	0.06	0.48	0.01	11.74	11.72	0.01
				2.45	261.20	5.00	2.00	0.97	0.06	0.48	0.01	11.72		
				2.45	261.20	5.00	3.00	0.97	0.06	0.48	0.01	11.71		
19/11/2015	3	CCoM3	Chonta, mezcla, cocinada, sin sal	0.62	40.40	2.50	1.00	0.45	0.03	3.05	0.02	18.88	20.06	
				0.62	40.40	1.00	1.00	0.17	0.01	3.43	0.02	21.24		
19/11/2015	3	CCrM2	Chonta, mezcla, cruda	0.71	42.40	5.00	1.00	0.93	0.06	2.85	0.02	20.24	22.63	
				0.71	42.40	1.00	1.00	0.19	0.02	3.52	0.03	25.02		
19/11/2015	3	CCo3	Chonta, roja, cocinada, sin sal	0.67	44.60	5.00	1.00	1.17	0.08	3.36	0.02	22.48	24.43	
				0.67	44.60	1.00	1.00	0.23	0.02	3.94	0.03	26.39		
19/11/2015	3	CCr1	Chonta, roja, cruda	0.70	50.00	5.00	1.00	1.92	0.12	4.82	0.03	33.74	34.63	
				0.70	50.00	1.00	1.00	0.36	0.03	5.08	0.04	35.53		



25/11/2015	3	CV2	Ciruelo , verde, crudo, con sal	6.73	348.00	5.00	1.00	0.98	0.06	0.36	0.02	24.48	24.48	0.00
				6.73	348.00	5.00	2.00	0.98	0.06	0.36	0.02	24.48		
				6.73	348.00	5.00	3.00	0.98	0.06	0.36	0.02	24.48		
01/12/2015	3	GrS2	Grosella, cruda, con sal	2.41	152.00	5.00	1.00	0.61	0.04	0.54	0.01	12.93	13.08	0.14
				2.41	152.00	5.00	2.00	0.62	0.04	0.55	0.01	13.14		
				2.41	152.00	5.00	3.00	0.62	0.04	0.55	0.01	13.18		
13/11/2015	3	G3	Grosella, cruda, sin sal	0.54	21.10	5.00	1.00	0.25	0.02	1.78	0.01	9.62		
01/12/2015	3	FG1	Guayaba, cruda	1.80	95.50	1.00	1.00	0.19	0.02	1.56	0.03	28.21	25.90	2.20
				1.80	95.50	1.00	2.00	0.19	0.02	1.56	0.03	28.09		
				1.80	95.50	1.00	3.00	0.18	0.02	1.52	0.03	27.40		
				1.80	95.50	5.00	1.00	0.98	0.06	1.33	0.02	23.92		
				1.80	95.50	5.00	2.00	0.98	0.06	1.32	0.02	23.85		
				1.80	95.50	5.00	3.00	0.98	0.06	1.33	0.02	23.94		
23/11/2015	3	MC3	Maduro, cocinado	1.36	261.60	5.00	1.00	0.89	0.06	0.44	0.01	5.99	5.99	0.01
				1.36	261.60	5.00	2.00	0.89	0.06	0.44	0.01	6.00		
				1.36	261.60	5.00	3.00	0.89	0.06	0.44	0.01	5.98		
01/12/2015	3	MdF4	Maduro, frito	1.20	67.50	1.00	1.00	0.24	0.02	2.64	0.03	31.66	31.70	0.06
				1.20	67.50	1.00	2.00	0.24	0.02	2.64	0.03	31.66		
				1.20	67.50	1.00	3.00	0.24	0.02	2.65	0.03	31.77		
19/11/2015	3	MC1	Maracuyá, cruda	3.37	144.60	2.50	1.00	0.51	0.04	0.96	0.03	32.31	33.71	
				3.37	144.60	1.00	1.00	0.19	0.02	1.04	0.04	35.10		
18/11/2015	3	MrCo2	Mora, cocinada	0.38	20.10	5.00	1.00	0.77	0.05	5.05	0.02	19.18		



18/11/2015	3	MrC3	Mora ,cruda	0.63	34.00	5.00	1.00	0.69	0.05	2.70	0.02	16.98		
17/11/2015	3	NC1	Naranjilla, cruda, variedad 1 (común)	2.00	73.60	5.00	1.00	0.62	0.04	1.12	0.02	22.49		
17/11/2015	3	NHP3	Naranjilla, cruda, variedad 2	1.79	96.70	5.00	1.00	0.36	0.03	0.52	0.01	9.39		
17/11/2015	3	O2	Orito, crudo	1.63	84.10	5.00	1.00	0.59	0.04	0.94	0.02	15.28		
20/11/2015	3	RCR2	Reina Claudia Roja, cruda	1.09	55.20	1.00	1.00	0.05	0.01	1.22	0.01	13.31		
18/11/2015	3	S3	Satsuma , cruda	2.14	109.20	5.00	1.00	0.43	0.03	0.55	0.01	11.69		
01/12/2015	3	FTx3	Taxo, crudo	2.91	164.10	1.00	1.00	0.23	0.02	1.07	0.03	31.07	31.25	0.41
				2.91	164.10	1.00	2.00	0.23	0.02	1.06	0.03	30.96		
				2.91	164.10	1.00	3.00	0.24	0.02	1.09	0.03	31.72		
19/11/2015	3	TCo3	Tomate, de árbol, cocinado	0.21	78.60	2.50	1.00	0.58	0.04	1.98	0.00	4.15	4.34	
				0.21	78.60	1.00	1.00	0.22	0.02	2.16	0.01	4.53		
19/11/2015	3	TCr3	Tomate, de árbol, crudo	1.39	95.20	2.50	1.00	0.46	0.03	1.32	0.02	18.29	24.08	4.25
				1.39	95.20	1.00	1.00	0.18	0.01	1.50	0.02	20.77		
30/11/2015	3	Tar2	Tomate, de árbol, crudo	1.39	132.70	1.00	1.00	0.37	0.03	1.95	0.03	27.07		
				1.39	132.70	1.00	2.00	0.37	0.03	1.95	0.03	27.01		
				1.39	132.70	1.00	3.00	0.37	0.03	1.97	0.03	27.26		
01/12/2015	3	FZ2	Zapote, crudo	0.65	35.50	5.00	1.00	0.64	0.04	2.40	0.02	15.48	15.45	0.03
				0.65	35.50	5.00	2.00	0.64	0.04	2.39	0.02	15.42		
				0.65	35.50	5.00	3.00	0.64	0.04	2.39	0.02	15.44		
3.2. Productos derivados de frutas														
01/12/2015	3	JB1	Babaco, jugo	0.10	7.50	10.00	1.00	0.17	0.01	1.85	0.00	1.85	1.92	0.06
				0.10	7.50	10.00	2.00	0.18	0.02	1.96	0.00	1.96		



				0.10	7.50	10.00	3.00	0.18	0.02	1.96	0.00	1.96		
01/12/2015	3	JG1	Guayaba, jugo	0.16	13.20	5.00	1.00	0.16	0.01	1.98	0.00	3.06	3.09	0.04
				0.16	13.20	5.00	2.00	0.16	0.01	1.99	0.00	3.08		
				0.16	13.20	5.00	3.00	0.16	0.01	2.02	0.00	3.14		
30/11/2015	3	E1	Guayaba, espumilla, con huevo	0.33	14.40	5.00	1.00	0.22	0.02	2.33	0.01	7.69	7.61	0.09
				0.33	14.40	5.00	2.00	0.22	0.02	2.31	0.01	7.63		
				0.33	14.40	5.00	3.00	0.21	0.02	2.28	0.01	7.52		
01/12/2015	3	JM1	Maracuyá, jugo	0.12	2.90	10.00	1.00	0.06	0.01	2.48	0.00	2.97	3.06	0.12
				0.12	2.90	10.00	2.00	0.06	0.01	2.50	0.00	3.00		
				0.12	2.90	10.00	3.00	0.07	0.01	2.67	0.00	3.20		
01/12/2015	3	JM1	Mora, jugo	0.13	11.30	10.00	1.00	0.36	0.03	2.26	0.00	2.93	2.94	0.01
				0.13	11.30	10.00	2.00	0.36	0.03	2.26	0.00	2.94		
				0.13	11.30	10.00	3.00	0.36	0.03	2.27	0.00	2.95		
01/12/2015	3	JNC1	Naranja, jugo, variedad 1 (común)	0.14	1.40	10.00	1.00	0.03	0.01	3.87	0.01	5.42	5.40	0.04
				0.14	1.40	10.00	2.00	0.03	0.01	3.87	0.01	5.42		
				0.14	1.40	10.00	3.00	0.03	0.01	3.83	0.01	5.35		
01/12/2015	3	JNHP1	Naranja, jugo, variedad 2	0.11	6.20	10.00	1.00	0.15	0.01	2.08	0.00	2.28	2.29	0.01
				0.11	6.20	10.00	2.00	0.16	0.01	2.09	0.00	2.29		
				0.11	6.20	10.00	3.00	0.16	0.01	2.10	0.00	2.30		
23/11/2015	3	AP3	Penco, agua o pulcre, crudo	1.98	150.60	5.00	1.00	0.62	0.04	0.55	0.01	10.78	10.80	0.02
				1.98	150.60	5.00	2.00	0.62	0.04	0.55	0.01	10.81		
				1.98	150.60	5.00	3.00	0.62	0.04	0.55	0.01	10.81		



26/11/2015	3	R1	Rosero	0.20	11.20	1.00	1.00	0.10	0.01	8.27	0.02	16.21	16.14	0.12
				0.20	11.20	1.00	2.00	0.09	0.01	8.16	0.02	16.00		
				0.20	11.20	1.00	3.00	0.10	0.01	8.27	0.02	16.21		
01/12/2015	3	JT1	Tomate, de árbol, jugo	0.21	5.00	10.00	1.00	0.08	0.01	1.72	0.00	3.61	3.59	0.05
				0.21	5.00	10.00	2.00	0.08	0.01	1.68	0.00	3.53		
				0.21	5.00	10.00	3.00	0.09	0.01	1.73	0.00	3.63		
4. Pescado y productos derivados														
24/11/2015	4	CF2	Pescado, corvina, frita	4.00	215.30	1.00	1.00	1.66	0.11	4.86	0.19	194.49	193.35	2.89
				4.00	215.30	1.00	2.00	1.67	0.11	4.89	0.20	195.51		
				4.00	215.30	1.00	3.00	1.62	0.10	4.75	0.19	190.06		
24/11/2015	4	PHF3	Pescado, de hoja, frita	2.00	133.60	1.00	1.00	1.72	0.11	8.12	0.16	162.38	158.87	3.28
				2.00	133.60	1.00	2.00	1.65	0.10	7.79	0.16	155.89		
				2.00	133.60	1.00	3.00	1.68	0.11	7.92	0.16	158.36		
5. Carne y productos cárnicos														
5.1. Carne de Aves														
24/11/2015	5	PAp2	Pollo, apanado	2.60	189.90	1.00	1.00	1.24	0.08	4.18	0.11	108.55	108.47	0.22
				2.60	189.90	1.00	2.00	1.24	0.08	4.16	0.11	108.22		
				2.60	189.90	1.00	3.00	1.24	0.08	4.18	0.11	108.64		
24/11/2015	5	PAs1	Pollo, asado	2.40	186.50	1.00	1.00	1.55	0.10	5.26	0.13	126.23	126.91	0.86
				2.40	186.50	1.00	2.00	1.57	0.10	5.33	0.13	127.88		
				2.40	186.50	1.00	3.00	1.56	0.10	5.28	0.13	126.62		
5.2. Carne de Cerdo														



27/11/2015	5	ChA1	Chancho, carne, ahumada	3.00	192.20	1.00	1.00	1.30	0.08	4.31	0.13	129.28	129.76	0.44
				3.00	192.20	1.00	2.00	1.31	0.08	4.34	0.13	130.14		
				3.00	192.20	1.00	3.00	1.31	0.08	4.33	0.13	129.86		
24/11/2015	5	CAC2	Chancho, costillas, asadas	1.30	104.40	0.25	1.00	0.22	0.02	6.57	0.09	85.36	85.26	0.18
				1.30	104.40	0.25	2.00	0.22	0.02	6.54	0.09	85.06		
				1.30	104.40	0.25	3.00	0.22	0.02	6.57	0.09	85.36		
24/11/2015	5	ChA2	Chancho, chuleta , asada	4.20	265.00	0.25	1.00	0.55	0.04	5.57	0.23	234.05	234.05	0.00
				4.20	265.00	0.25	2.00	0.55	0.04	5.57	0.23	234.05		
				4.20	265.00	0.25	3.00	0.55	0.04	5.57	0.23	234.05		
01/12/2015	5	ChF1	Chancho, chuleta, frita	6.20	303.10	0.25	1.00	0.59	0.04	5.20	0.32	322.55	325.88	3.05
				6.20	303.10	0.25	2.00	0.60	0.04	5.27	0.33	326.54		
				6.20	303.10	0.25	3.00	0.60	0.04	5.30	0.33	328.54		
30/11/2015	5	CChC1	Chancho, cuero, cocinado	1.30	64.30	1.00	1.00	0.16	0.01	2.04	0.03	26.50	26.42	0.26
				1.30	64.30	1.00	2.00	0.16	0.01	2.05	0.03	26.63		
				1.30	64.30	1.00	3.00	0.16	0.01	2.01	0.03	26.13		
24/11/2015	5	ChF3	Chancho, fritada	6.10	388.50	1.00	1.00	1.82	0.12	2.95	0.18	180.18	179.70	0.53
				6.10	388.50	1.00	2.00	1.81	0.11	2.94	0.18	179.13		
				6.10	388.50	1.00	3.00	1.82	0.12	2.95	0.18	179.80		
5.3. Carne de Vacuno														
30/11/2015	5	Casa3	Res, carne, asada	4.40	250.00	1.00	1.00	1.87	0.12	4.71	0.21	207.13	207.02	0.11



				4.40	250.00	1.00	2.00	1.87	0.12	4.70	0.21	206.91		
				4.40	250.00	1.00	3.00	1.87	0.12	4.71	0.21	207.02		
5.4. Carne de Animales de Caza														
26/11/2015	5	CyAsa2	Cuy, de crianza ,asado	2.80	198.60	1.00	1.00	1.50	0.10	4.77	0.13	133.65	133.90	0.26
				2.80	198.60	1.00	2.00	1.50	0.10	4.79	0.13	134.16		
				2.80	198.60	1.00	3.00	1.50	0.10	4.78	0.13	133.90		
5.5. Despojos														
24/11/2015	5	MP1	Pollo, menudencias, cocinadas	3.30	85.50	2.50	1.00	1.39	0.09	4.14	0.14	136.55	136.61	0.11
				3.30	85.50	2.50	2.00	1.39	0.09	4.14	0.14	136.73		
				3.30	85.50	2.50	3.00	1.39	0.09	4.14	0.14	136.55		
6. Leche y productos lácteos														
6.1. Cremas														
25/11/2015	6	N3	Nata	1.07	53.00	1.00	1.00	1.12	0.07	13.58	0.15	145.28	145.53	0.25
				1.07	53.00	1.00	2.00	1.13	0.07	13.62	0.15	145.77		
				1.07	53.00	1.00	3.00	1.12	0.07	13.60	0.15	145.53		
6.2. Quesos														
23/11/2015	6	QM3	Quesillo, maduro	2.55	119.90	5.00	1.00	2.09	0.13	2.19	0.06	55.66	56.12	0.40
				2.55	119.90	5.00	2.00	2.12	0.13	2.21	0.06	56.36		
				2.55	119.90	5.00	3.00	2.12	0.13	2.21	0.06	56.36		
23/11/2015	6	QT1	Quesillo, tierno	2.31	116.70	5.00	1.00	2.16	0.14	2.32	0.05	53.67	54.32	0.58
				2.31	116.70	5.00	2.00	2.21	0.14	2.37	0.06	54.81		
				2.31	116.70	5.00	3.00	2.20	0.14	2.36	0.05	54.47		



25/11/2015	6	QCh2	Queso, fresco, "Chonta"	4.41	187.50	0.25	1.00	0.69	0.05	9.76	0.43	430.61	432.90	2.07
				4.41	187.50	0.25	2.00	0.70	0.05	9.83	0.43	433.48		
				4.41	187.50	0.25	3.00	0.70	0.05	9.86	0.44	434.63		
25/11/2015	6	QN3	Queso, fresco, "Nandito"	3.80	221.80	1.00	1.00	1.29	0.08	3.70	0.14	140.54	140.86	0.46
				3.80	221.80	1.00	2.00	1.29	0.08	3.70	0.14	140.65		
				3.80	221.80	1.00	3.00	1.30	0.08	3.72	0.14	141.38		
7. Azúcares y jarabes														
7.1. Azúcares														
25/11/2015	8	AM4	Azúcar morena	0.35	57.00	5.00	1.00	0.24	0.02	0.63	0.00	2.22	2.22	0.00
				0.35	57.00	5.00	2.00	0.24	0.02	0.63	0.00	2.22		
				0.35	57.00	5.00	3.00	0.24	0.02	0.64	0.00	2.22		
7.2. Postres														
25/11/2015	8	HH1	Helados, hielo	0.30	29.40	5.00	1.00	0.56	0.04	2.58	0.01	7.73	7.75	0.01
				0.30	29.40	5.00	2.00	0.57	0.04	2.59	0.01	7.76		
				0.30	29.40	5.00	3.00	0.57	0.04	2.58	0.01	7.75		
25/11/2015	8	HCr1	Helados, crema	0.30	16.70	5.00	1.00	1.21	0.08	9.23	0.03	27.70	27.59	0.09
				0.30	16.70	5.00	2.00	1.20	0.08	9.18	0.03	27.54		
				0.30	16.70	5.00	3.00	1.20	0.08	9.18	0.03	27.54		
8. Comida Rápida														
30/11/2015	9	ChDF4	Chifles, dulces, fritas, empacadas (snacks)	1.76	80.90	5.00	1.00	1.08	0.07	1.71	0.03	30.16	30.16	0.11



				1.76	80.90	5.00	2.00	1.07	0.07	1.71	0.03	30.05		
				1.76	80.90	5.00	3.00	1.08	0.07	1.72	0.03	30.27		
26/11/2015	9	ChS4	Chifles, sal, fritas, empacadas (snacks)	2.32	38.80	5.00	1.00	0.43	0.03	1.53	0.04	35.48	35.74	0.26
				2.32	38.80	5.00	2.00	0.43	0.03	1.54	0.04	35.77		
				2.32	38.80	5.00	3.00	0.44	0.03	1.55	0.04	35.99		
30/11/2015	9	PF1	Papas, fritas (de salchipapa)	2.60	99.20	1.00	1.00	0.28	0.02	2.05	0.05	53.24	53.02	0.24
				2.60	99.20	1.00	2.00	0.27	0.02	2.03	0.05	52.76		
				2.60	99.20	1.00	3.00	0.28	0.02	2.04	0.05	53.08		
26/11/2015	9	PFF3	Papas, fritas, empacadas (snacks)	4.10	124.40	1.00	1.00	0.29	0.02	1.68	0.07	68.76	68.29	0.51
				4.10	124.40	1.00	2.00	0.28	0.02	1.65	0.07	67.75		
				4.10	124.40	1.00	3.00	0.28	0.02	1.67	0.07	68.35		
25/11/2015	9	Pz1	Pizza	2.40	129.20	1.00	1.00	1.58	0.10	7.74	0.19	185.73	189.40	3.59
				2.40	129.20	1.00	2.00	1.59	0.10	7.76	0.19	186.29		
				2.40	129.20	1.00	3.00	1.59	0.10	7.77	0.19	186.41		
				2.40	129.20	0.25	1.00	0.37	0.03	8.01	0.19	192.21		
				2.40	129.20	0.25	2.00	0.37	0.03	8.03	0.19	192.66		
				2.40	129.20	0.25	3.00	0.37	0.03	8.05	0.19	193.11		
26/11/2015	9	Sp3	Salchipapas	2.60	93.80	1.00	1.00	0.39	0.03	2.89	0.08	75.09	75.03	0.59
				2.60	93.80	1.00	2.00	0.38	0.03	2.86	0.07	74.41		



				2.60	93.80	1.00	3.00	0.39	0.03	2.91	0.08	75.59		
26/11/2015	9	YFF1	Yucas, fritas, empacadas (snacks)	5.50	105.80	1.00	1.00	0.24	0.02	1.70	0.09	93.53	93.74	0.37
				5.50	105.80	1.00	2.00	0.24	0.02	1.70	0.09	93.53		
				5.50	105.80	1.00	3.00	0.24	0.02	1.71	0.09	94.17		



Anexo 3. Comparación con otras bases de composición de alimentos.

Código	Alimento	Contenido de P (mg/100g alimento)	Perú	Colombia	Argentina	Chile	Uruguay	Centro América y Panamá (INCAP)	Nota
1. Cereales y productos derivados									
1.1 Granos y cereales									
HC3	Centeno, harina	158.40	-	-	-	-	-	207.00	
MP3	Maíz, mote, pelado	62.10	187.00	-	-	-	-	-	Maíz para mote pelado
1.2. Productos de los cereales									
Bz3	Pan, de bizcocho	54.10	-	-	-	193.00	-	-	Bizcocho simple
ES1	Pan, empanada, de sal	103.10	-	99.00	-	-	-	-	
GD2	Galleta, dulce	165.50	-	121.80	-	-	-	-	
PBlc3	Pan, blanco	99.90	-	-	-	-	-	99.00	
PCn3	Pan redondo, de centeno	102.50	-	150.00	156.00	126.00	-	175.00	
Pen1	Pan, enquesillado, rodillas de cristo	55.10	-	275.00	-	-	-	-	
Pid3	Pan, integral, dulce	87.60	-	220.00	-	-	-	187.00	Pan integral- Pan integral tipo bollo
PMz1	Pan, de maíz	71.90	-	-	-	-	-	71.00	
1.3. Alimentos preparados: Tradicionales									
MP1	Maíz, mote, pillo	66.10	-	-	-	-	-	35.00	Maíz blanco cocido
2. Hortalizas y productos hortícolas									
2.1. Raíces, tubérculos, tallos, bulbos									
AjF1	Ajo, frito	105.50	180.00	135.00	-	-	-	134.00	Ajo sin cáscara- Ajo- Ajo cabeza o bulbo
J4	Jicama	20.40	-	-	-	-	-	18.00	



Oco1	Oca, cocida	20.30	36.00	-	-	-	-	-	Oca P.C
PCat3	Papa, catalina, cocinada	24.40	-	-	38.00	-	-	40.00	Papas cocidas S.P
PCatF1	Papa, catalina, frita	76.60	-	-	-	79.00	-	-	Papa frita S.P
PCh2	Papa, chaucha, cocinada	14.10	-	-	38.00	-	-	40.00	Papas cocidas S.P
PPSC2	Papa, super chola, puré	32.10	-	-	-	-	-	47.00	Puré preparado con leche
PSC2	Papa, super chola, cocinada	21.10	-	-	38.00	-	-	40.00	Papas cocidas S.P
PSCF3	Papa, super chola, frita	42.80	-	-	-	79.00	-	-	Papa frita S.P
RCo1	Remolacha, cocinada	22.20	-	-	39.00	-	39.00	38.00	
ZN3	Zanahoria, Norte, cocida	15.00	-	19.03	37.00	-	37.00	30.00	Zanahoria S.P
ZS1	Zanahoria, Sur, cocida	19.10	-	19.03	37.00	-	37.00	30.00	Zanahoria S.P
2.2. Hortalizas de Hoja									
A4	Apio	33.50	28.00	33.00	-	-	36.00	24.00	
BCo2	Brócoli, cocinado	39.80	-	-	-	-	-	67.00	
CCo2	Col, lisa, cocinada	14.40	-	-	-	-	-	15.00	
CFCo3	Coliflor, cocinada	26.20	-	-	-	34.00	65.00	32.00	
ECo3	Espinaca, cocinada	15.00	-	-	47.00	-	47.00	-	
NCh1	Nabo, de chacra, cocinado	25.70	-	29.00	31.00	-	-	26.00	
2.3. Legumbres y sus semillas									
LCo1	Lenteja, cocinada	58.60	80.00	73.66	-	464.00	-	-	
PTCo2	Poroto, tierno, cocido	123.80	-	184.99	-	-	-	-	
2.4. Verduras									
SqCo2	Zuquini, cocinado	14.90	-	-	-	-	-	40.00	
ST2	Tomate, de riñon, salsa (ketchup)	29.20	64.00	-	-	65.00	33.00	-	



3. Frutas y productos derivados									
3.1. Frutas frescas									
TCr3	Tomate, de árbol, crudo	24.10	20.00	22.00	-	19.00	26.00	48.00	
FZ2	Zapote, crudo	15.40	17.00	6.28	-	-	-	28.00	
MrC3	Mora, cruda	17.00	-	14.00	48.00	-	-	-	
MC1	Maracuyá, cruda	33.70	-	-	52.00	-	-	-	
MdF4	Maduro, frito	31.70	-	-	-	-	-	37.00	
G3	Grosella, cruda, sin sal	9.60	-	-	-	17.00	-	-	
FG1	Guayaba, cruda	25.90	23.00	-	-	-	-	27.00	
CCr1	Chonta, roja, cruda	34.60	109.00	-	-	-	-	-	Chonta P.C
CCrM2	Chonta, mezcla, cruda	22.60	109.00	-	-	-	-	-	Chonta P.C
3.2. Productos derivados de frutas									
JT1	Tomate, jugo	3.60	-	-	44.00	-	-	-	
4. Pescado y productos derivados									
CF2	Pescado, corvina, frita	193.40	182.00	-	-	226.00	-	210.00	Pescado corvina P.C
5. Carne y productos cárnicos									
5.1. Carne de Aves									
PAP2	Pollo, apanado	108.50	-	-	-	-	-	162.00	Pollo empanizado, frito, muslo
PAs1	Pollo, asado	126.90	-	-	193 -249	-	-	-	Pollo asado al horno - Pollo asado a la parrilla
ChA2	Chancho, chuleta , asada	234.00	-	-	-	87.00	-	-	Cerdo Chuleta
CAC2	Chancho, costillas, asadas	85.30	-	-	-	-	-	195.00	
ChF3	Chancho, fritada	179.70	-	-	-	-	-	291.00	
5.3. Carne de Vacuno									



Casa3	Res, carne, asada	207.00	-	-	-	-	-	208.00	
5.4. Carne de Animales de Caza									
CyAsa2	Cuy, de crianza ,asado	133.90	258.00	-	-	-	-	-	Cuy
5.5. Despojos									
MP1	Pollo, menudencias, cocinadas	136.60	-	-	-	-	-	198.00	
6. Leche y productos lácteos									
6.2. Quesos									
QM3	Quesillo, maduro	56.10	-	-	-	313.00	-	-	Quesillo sin especificar de maduro o tierno
QT1	Quesillo, tierno	54.30	-	-	-	313.00	-	-	Quesillo sin especificar de maduro o tierno
7. Azúcares y jarabes									
7.1. Azúcares									
AM4	Azúcar morena	2.20	-	-	-	-	-	22.00	
7.2. Postres									
HCr1	Helados, crema	27.60	-	-	-	-	-	105.00	Helados de crema o ice cream/ vainilla
8. Comida Rápida									
Pz1	Pizza	189.40	-	-	-	3.11	-	-	

Anexo 4. Test de Student pareado para comparar el valor medio de distribución del fósforo total de los datos de la ciudad de Cuenca (Anexo 2) y valores de otras tablas de composición (Anexo 3).

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
potras	96	91.50938	8.971984	87.90713	73.69774	109.321
pfnh	96	57.69323	5.587968	54.75068	46.59971	68.78675
diff	96	33.81615	7.231772	70.85661	19.45926	48.17303

$\text{mean}(\text{diff}) = \text{mean}(\text{potras} - \text{pfnh})$ $t = 4.6761$
 $H_0: \text{mean}(\text{diff}) = 0$ degrees of freedom = 95
 $H_a: \text{mean}(\text{diff}) < 0$ $H_a: \text{mean}(\text{diff}) \neq 0$ $H_a: \text{mean}(\text{diff}) > 0$
 $\text{Pr}(T < t) = 1.0000$ $\text{Pr}(|T| > |t|) = 0.0000$ $\text{Pr}(T > t) = 0.0000$

potras = contenido de fósforo de otras bases de datos.

pfnh = contenido de fósforo de este estudio.

Anexo 5. Fotografías del proceso



Foto 1. Conservación de la solución de molibdato de sodio con ácido ascórbico.



Foto 2. Preparación de solución de ácido ascórbico.



Foto 3. Patrones preparados para la curva de calibración.



Foto 4. Muestras de materia inorgánica (cenizas).



Foto 5. Dsecación ZnO (1 h a 110°C)



Foto 6. Calcinación de las muestras con ZnO



Foto 7. Calentamiento de las muestras con HCl concentrado y H₂O destilada.



Foto 8. Filtración de las muestras.

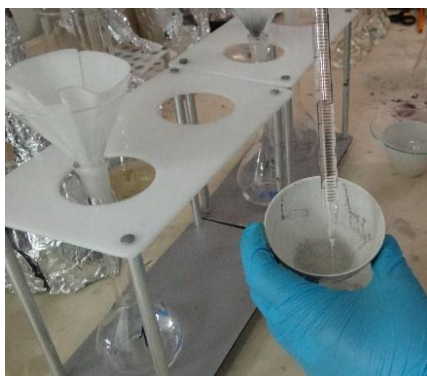


Foto 9. Enjuagues con H₂O destilada caliente.

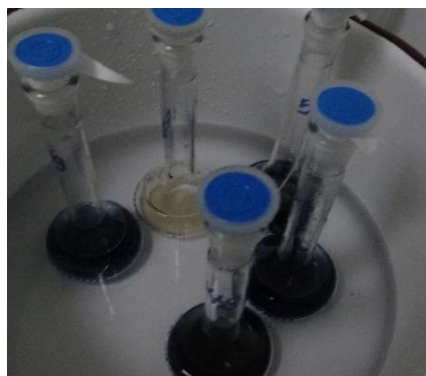


Foto 10. Enfriamiento de los balones de aforo luego de su incubación en baño maría.

Anexo 6. Técnica AOAC N°995.11 método colorimétrico para la determinación de fósforo total.

45.1.33

AOAC Official Method 995.11 Phosphorus (Total) in Foods Colorimetric Method First Action 1995

NMPL-AOAC Method

(Applicable to determination of phosphorus in foods and food ingredients at 0.05–1.00 g/100 g.)

See Table 995.11 for the results of the interlaboratory study supporting acceptance of the method.

A. Principle

Product is dry-ashed to remove organic material. The acid-soluble phosphate residue forms a blue complex $[(\text{MoO}_4)_2(\text{H}_2\text{PO}_4)]$ with Na_2MoO_4 in the presence of ascorbic acid as reducing agent. Intensity of blue color is measured spectrophotometrically at $823 \pm 1 \text{ nm}$.

B. Apparatus

(Note: Glassware and crucibles must be cleaned with P-free detergents.)

- (a) Spectrophotometer.—Operating at $823 \pm 1 \text{ nm}$.
- (b) Cuvettes.—1 cm path length or 2.5 cm flow-through.
- (c) Analytical balance.—Weighing to 0.1 mg.
- (d) Crucibles.—Quartz, ca 50 mL.
- (e) Volumetric flasks.—10, 50, 100, and 500 mL.
- (f) Muffle furnace.
- (g) Filter paper.—Fast.
- (h) Hot plate.
- (i) Water bath.—For boiling, e.g., large saucepan.
- (j) Metal basket.—Suitable size for water bath.
- (k) Weights.—Metal wire or steel nuts.
- (l) Glass rods.—Stable at 525°C .

C. Reagents

(Note: All reagents must be analytical grade and must be prepared with distilled H_2O .)

- (a) Hydrochloric acid.—Concentrated, 12M.
- (b) Zinc oxide.
- (c) Potassium hydroxide solution.—50% (w/v). Dissolve 50 g KOH in 50 mL H_2O .
- (d) Sulfuric acid.—Concentrated, 18M.
- (e) Sodium molybdate solution ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).—Carefully mix 140 mL H_2SO_4 (d), with 300 mL H_2O in 500 mL volumetric flask. Cool to room temperature and add 12.5 g $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dilute to volume with H_2O . Mix well.
- (f) Ascorbic acid solution.—Dissolve 5 g ascorbic acid in H_2O in 100 mL volumetric flask. Dilute to volume with H_2O . Mix well. Prepare solution on the day of use.
- (g) Molybdate-ascorbic acid solution.—Immediately before use add 25 volumes of Na_2MoO_4 solution, (e), to 10 volumes of ascorbic acid solution, (f), and dilute with H_2O to 100 volumes in volumetric flask. Mix well.
- (h) Phosphorus stock standard solution.—1.0 mg P/mL. Dry KH_2PO_4 2 h at 101°C . Dissolve 1.0967 g dried KH_2PO_4 in H_2O in 250 mL volumetric flask. Dilute to volume with H_2O and mix well.

(i) Phosphorus working standard solution.—0.01 mg P/mL. Transfer 5.00 mL P stock standard solution, (h), into 500 mL volumetric flask, and dilute to volume with H_2O . Mix well.

(j) Phosphorus solutions for standard curve.—0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, and 0.06 mg P. Using pipet, transfer exactly 0, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, 5.00, and 6.00 mL P working standard solution, (i), into separate 50 mL volumetric flasks. Dilute solutions with H_2O to ca 15 mL. (Note: Store P standard solutions, (h)–(j), at ca 5°C to minimize risk of microbial growth. Discard solutions if any haze or turbidity occurs.)

D. Preparation of Test Solution

Accurately weigh 0.5–1.5 g ($\pm 1 \text{ mg}$) homogeneous test portion into crucible. To control possible contamination, prepare reagent blank by including an empty crucible in analytical run. Treat reagent blank in the same manner as test portion.

Add 0.5 g ZnO into crucible and mix, using glass rod; leave glass rod in crucible. Dry 1–2 h at ca 110°C . Pre-ash on hot plate until residue is black.

(Note: No drying and pre-ashing are needed if furnace used in next step is equipped with a time-temperature regulator.)

Place crucible in muffle furnace at room temperature, and let temperature rise to 525°C . Maintain this temperature 4 h or overnight. When using furnace equipped with a time-temperature regulator, use slow initial increase of temperature to avoid the risk of splashing liquid products.

Remove crucible from oven and let cool to room temperature. To cold crucible, add 5 mL H_2O and 5 mL HCl. Cover crucible with watch glass and boil contents carefully 5 min on hot plate.

Filter contents of crucible into 100 mL volumetric flask. Rinse crucible and inner surface of watch glass with 5 mL hot water. Repeat rinsing 4 times with 5 mL hot water and transfer all rinses through the filter into the volumetric flask.

Cool flask to room temperature, and neutralize solution by adding 50% KOH solution until solution is slightly opalescent $[\text{Zn}(\text{OH})_2]$. Add HCl dropwise until opalescence disappears. Add 2 extra drops of HCl. Let solution cool to room temperature and then dilute to 100 mL with H_2O .

Depending on the expected content of P, accurately pipet 1.00–10.0 mL treated solution into 50 mL volumetric flask. Dilute to 15 mL with H_2O . Add 20 mL molybdate-ascorbic acid solution to test solution in 50 mL flask, and also to phosphorus standard solutions, C(j). Swirl contents carefully.

Place flasks in metal basket. Close each flask with stopper, inserting narrow filter paper strip at the stopper so that flask is not closed too tightly. Place lead wire or stainless steel nut on flask as a weight. Immerse metal basket in vigorously boiling water bath. Keep flasks in water bath exactly 15 min. Cool flasks under tap water to $20^\circ\text{--}30^\circ\text{C}$, and then dilute contents to 50 mL with deionized water and mix.

E. Determination

Transfer solutions from D to 1 cm cuvettes or flow-cell. Measure absorbance of each solution against reagent blank at $823 \pm 1 \text{ nm}$. Measurement must be made within 1 h after the color reaction.

Construct standard curve by plotting absorbances against amounts of P in P standard solutions (0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, and 0.06 mg P). If absorbance of analyte exceeds absorbance of 0.06 mg P, repeat the color reaction, using smaller volume of treated solution.

© 2005 AOAC INTERNATIONAL

Table 995.11. Interlaboratory study results for determination of phosphorus (total) in foods and food ingredients by spectrophotometric method

Statistics	Potato flour	Sausage	Cold ham	Infant formula	Cheese	Skimmed milk
Outliers excluded						
No. of laboratories	10	12	11	11	10	12
No. of laboratories excluded	2	—	1	—	2	—
Mean of duplicates, g/100 g	0.0761	0.166	0.233	0.285	0.641	0.960
s_r , g/100 g	0.0016	0.0079	0.0091	0.015	0.0096	0.010
RSD _r , %	2.1	4.8	3.9	5.4	1.5	1.1
r^2 , g/100 g	0.0044	0.022	0.026	0.043	0.027	0.029
s_R , g/100 g	0.0035	0.0115	0.018	0.017	0.027	0.034
RSD _R , %	4.7	6.9	7.7	6.1	4.1	3.6
R^2 , g/100 g	0.0099	0.032	0.050	0.049	0.074	0.095
HorRat	0.80	1.32	1.55	1.27	0.96	0.90
Outliers included						
No. of laboratories	12	—	12	—	12	—
Mean of duplicates, g/100 g	0.077	—	0.243	—	0.67	—
s_r , g/100 g	0.016	—	0.054	—	0.12	—
RSD _r , %	20.6	—	22.2	—	17.7	—
r , g/100 g	0.045	—	0.151	—	0.33	—
s_R , g/100 g	0.017	—	0.053	—	0.12	—
RSD _R , %	21.6	—	22.0	—	17.7	—
R , g/100 g	0.047	—	0.150	—	0.33	—
HorRat	3.68	—	4.46	—	4.18	—

^a $r = 2.8 \times s_r$

^b $R = 2.8 \times s_R$

F. Calculations

Calculate P content as P in test portion (g/100 g) as follows:

$$P, \text{ g/100 g} = 100 \times \frac{(V_2/V_1) \times P}{W}$$

where V_1 = volume of solution used in the color reaction, mL; V_2 = volume of volumetric flask containing ash test portion, 100 mL; P = amount of P from standard curve corresponding to absorbance of analyte, mg; and W = weigh test portion, mg.

Report results with 2 significant figures (e.g., 1.2, 0.56, or 0.067 g/100 g).

Calculate P content as phosphatide (lecithin, g/100 g) as follows:

$$\text{Phosphatides, g/100 g} = 30 \times P (\text{g/100 g})$$

Calculate P content as P_2O_5 , g/100 g as follows:

$$P_2O_5, \text{ g/100 g} = 2.29 \times P (\text{g/100 g})$$

References: *J. AOAC Int.* 77, 1557(1994); 79, 1408(1996).

Revised: March 1998